

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté des sciences de l'activité physique

Effets de l'entraînement en résistance et d'une diète hypocalorique riche en protéines
d'origine animale sur la force musculaire de femmes ménopausées obèses et
sédentaires: Projet pilote

par

Francis Comte

Mémoire présenté à la Faculté des sciences de l'activité physique
en vue de l'obtention du grade de
Maître en Sciences (M.Sc.) en sciences de l'activité physique
Maîtrise en sciences de l'activité physique

Octobre 2015

© Francis Comte, 2015

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté des sciences de l'activité physique

Effets de l'entraînement en résistance et d'une diète hypocalorique riche en protéines
d'origine animale sur la force musculaire de femmes ménopausées obèses et
sédentaires: Projet pilote

Francis Comte

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes:

Dre Éléonor Riesco	Présidente du jury
Dr Martin Brochu	Directeur de recherche
Dre Isabelle Dionne	Autre membre du jury
Dr Antony Karelis	Autre membre du jury

Mémoire accepté le 2 octobre 2015

TABLE DES MATIÈRES

LA PAGE TITRE

IDENTIFICATION DU JURY

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ACRONYMES

REMERCIEMENTS

DÉDICACE

1. CHAPITRE 1 - PROBLÉMATIQUE.....	8
1.1. Le vieillissement.....	8
1.1.1. Problèmes de santé associés au vieillissement.....	9
1.1.2. Ménopause.....	10
1.1.3. Obésité et ménopause.....	11
1.2. Vieillissement et sarcopénie.....	13
1.2.1. Sarcopénie et force musculaire.....	16
1.3. Dynapénie.....	18
1.3.1. Facteurs neurologiques en lien avec la dynapénie.....	19
1.3.2. Autres facteurs en lien avec la dynapénie.....	20
1.3.3. Conséquences de la dynapénie sur la capacité fonctionnelle.....	22
1.4. Interventions seules.....	24
1.4.1. L'entraînement en résistance.....	24
1.4.2. Restriction calorique.....	28
1.4.3. Diètes riches en protéines.....	30
1.5. Interventions combinées.....	34
1.5.1. Restriction calorique riche en protéines.....	34
1.5.2. Restriction calorique combinées à l'entraînement en résistance...	35
1.5.3. Entraînement en résistance durant une diète riche en protéines...	36

1.5.4. Entraînement en résistance durant une diète hypocalorique riche en protéines.....	37
1.6. Énoncé du problème de recherche et des objectifs de recherche.....	39
1.7. Hypothèse de recherche.....	40
2. CHAPITRE 2 - MÉTHODOLOGIE.....	41
2.1. Population à l'étude.....	41
2.2. Protocole expérimental et devis de recherche.....	42
2.3. Intervention.....	44
2.3.1. Programme d'entraînement en résistance.....	44
2.3.2. Programme nutritionnel.....	45
2.4. Mesures de l'étude.....	47
2.4.1. Force musculaire - Variable d'intérêt.....	47
2.4.2. Masse adipeuses et maigre- Variables d'intérêt.....	48
2.4.3. Mesures anthropométriques - Variables de contrôle.....	48
2.4.4. Apport alimentaire - Variable de contrôle.....	49
2.4.5. Métabolisme de repos - Variable de contrôle.....	49
2.5. Analyses statistiques.....	50
3. CHAPITRE 3 - RÉSULTATS.....	51
4. CHAPITRE 4 - DISCUSSION.....	55
5. CHAPITRE 5 - RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	61
6. ANNEXES	
Annexe I - Formulaire de consentement	
Annexe II - Périodisation des mesures	
Annexe III Programme d'entraînement	
Annexe IV - Mesure de composition corporelle/absorption biphotonique à rayons-X	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Risques pour la santé associés à la CT et à l'IMC

Tableau 2. Facteurs neurologiques liés à l'âge influençant négativement la force musculaire

Tableau 3. Facteurs non-neurologiques liés à l'âge influençant négativement la force musculaire

Tableau 4. Conséquences de la dynapénie sur la capacité fonctionnelle et la vie des aînés

Tableau 5. Effets potentiels suite à un entraînement en résistance

Tableau 6. Programmes d'entraînement en résistance

Tableau 7. Résultats pour les deux groupes au début et à la fin de l'étude

Tableau 8. Mesures pré et post-intervention du groupe RC+P+ER

Tableau 9. Mesures pré et post-intervention du groupe RC+P

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Contraction musculaire volontaire

Figure 2. Structure du devis de recherche

Figure 3. Groupes d'intervention

LISTE DES ACRONYMES

CT: Circonférence de taille
CSEP: Société canadienne de physiologie de l'exercice
IMC: Indice de masse corporelle
IWGS: International Working Groups on Sarcopenia
SIG: Special Interest Group on Cachexia-anorexia
EWGSOP: European Working Group on Sarcopenia in Older People
HDL-c: *High density lipoprotein - cholesterol*
LDL-c: *Low density lipoprotein - cholesterol*
1-RM: Une répétition maximale
HbA1c : Hémoglobine glycosylée
CDRV : Centre de recherche sur le vieillissement
DEQ : Dépense énergétique quotidienne
DXA : *Dual-energy x-ray absorptiometry*
RC : Restriction calorique
P : Supplément de protéines
ER : Entraînement en résistance
CMO : Contenu minéral osseux
DMO : Densité minérale osseuse
MM : Masse maigre
DC : Développé-couché sur banc à l'horizontal
TV : Tirade verticale à la poulie haute
PMI : Poussée des membres inférieurs

REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier toutes les personnes qui m'ont encouragé à terminer mon mémoire et qui m'ont supporté à grande ou à petite échelle au courant des quatre dernières années. Tout d'abord, je veux remercier le Pr Martin Brochu, directeur de ce présent mémoire. Sa patience, son support et l'autonomie qu'il m'a toujours prodiguée m'ont permis d'entamer et de terminer cet ouvrage à mon propre rythme. Il a toutefois toujours su me remettre sur le droit chemin au bon moment afin que je n'abandonne pas le projet. Sans ses conseils et ses encouragements, la complétion de ce mémoire aurait été bien difficile.

Je tiens aussi à remercier le personnel du CDRV, plus particulièrement les étudiant(e)s du Pr Martin Brochu, de la Pre Isabelle Dionne, de la Pre Éléonor Riesco et du Pr Éric Goulet, ainsi que Mme Karine Perreault, coordonnatrice de recherche du Pre Dionne et du Pr Brochu, et Mme Martine Fish, infirmière de notre unité. Grâce à vous tous j'ai pu profiter de deux belles années de ma vie à découvrir cette charmante ville qu'est Sherbrooke.

Finalement, je veux remercier mes parents (Sylvie et Paul), ainsi que ma sœur (Joëlle) qui m'ont toujours encouragé et supporté dans tout ce j'ai décidé d'entreprendre, et ce depuis ma tendre enfance. Votre présence à chaque étape de ma vie, à chaque succès et à chaque difficulté fût la pierre angulaire de mon développement. Il va de soi que je ne serais pas qui je suis sans votre amour inconditionnel. Je n'aurais jamais pu demander à avoir une meilleure famille... Vous êtes ce qui compte le plus à mes yeux. Merci.

DÉDICACE

Je dédie ce mémoire à mes deux grands-mères :

Feue Claire Roy Comte

Feue Lucie Leduc Lecompte

1. CHAPITRE 1 - PROBLÉMATIQUE

1.1 Le vieillissement

Chez l'humain, le vieillissement est un processus normal qui est associé à des changements physiologiques et anatomiques de nature structurale et fonctionnelle; lesquels se produisent sans nécessairement la présence de maladies discernables (E. Masoro, 1995). Ces changements se produisent aux niveaux musculosquelettique (Doherty, 2003; Hamerman, 1998; Wilmore, 1991), cardiovasculaire (Ferrari, Radaelli et Centola, 2003), respiratoire (Janssens, Pache et Nicod, 1999; Rossi, Ganassini, Tantucci et Grassi, 1996), somatosensoriel (Bloom, Till, Sonksen et Smith, 1984; Robbins, Waked et McClaran, 1995), vestibulaire (Sloane, Baloh et Honrubia, 1989), neurologique (Long, 1985) et cognitif (Dal Forno et Kawas, 1995).

Comme dans plusieurs autres pays développés, la population canadienne est vieillissante. Les plus récentes projections démographiques démontrent que la population des personnes de 65 ans et plus passera de 4,8 millions à 9,6 millions entre 2010 et 2031 (Statistiques Canada, 2010). Le 1^{er} juillet 2010, la population canadienne des personnes de 65 ans et plus était constituée majoritairement de femmes (56%) (Milan et Vezina, 2011); et cette majorité devrait se maintenir d'ici 2031 (Statistiques Canada, 2010). De plus, la proportion de femmes était de 63% chez les individus de 80 ans et plus en 2010 (Milan et Vezina, 2011). Cette différence entre le nombre d'hommes et de femmes âgés est principalement due à l'espérance de vie plus importante de ces dernières (Milan et Vezina, 2011). La croissance de population continuera d'entraîner de nombreuses répercussions sur les services de santé, la prestation de soins, et les pensions (Milan et Vezina, 2011).

1.1.1 Problèmes de santé associés au vieillissement

L'âge avancé augmente le risque de souffrir de maladies chroniques comme les maladies cardiovasculaires, le diabète de type 2 et certains cancers (Lakatta et Levy, 2003; Singh, 2004). En 2009, 83% des femmes canadiennes âgées de 65 ans et plus ont déclaré souffrir d'au moins un problème de santé chronique, comparativement à 79% chez les hommes (Statistiques Canada, 2010). La présence de maladies chroniques a un impact négatif et significatif sur l'autonomie des individus (Scheen, Paquot et Bauduceau, 2014) et accroît le risque de mortalité précoce (Lewington et coll., 2002). On observe également une plus grande prévalence des problèmes musculosquelettiques dégénératifs tels que l'ostéoporose, l'arthrose, l'arthrite, la sarcopénie et la dynapénie (Baumgartner, 2000; Cummings et Melton, 2002; Loeser, 2013; Ostchega, Harris, Hirsch, Parsons et Kington, 2000).

Ces problèmes sont accentués par une baisse du niveau d'activité physique et de la condition physique générale survenant généralement en vieillissant (Johannsen et coll., 2008; Rising et coll., 1994). Ceci augmente les risques de chutes, d'incapacités physiques, de limitations à effectuer des tâches de la vie quotidienne, de dépendance et de déclin cognitif (Hamerman, 1999; Stuck et coll., 1999). Au Canada en 2009, 56% des femmes âgées de 65 à 74 ans étaient sédentaires (47% chez les hommes) et ce pourcentage était à 81% chez celles de 85 ans et plus (68% chez les hommes) (Milan et Vezina, 2011). La sédentarité augmente selon les groupes d'âge et sa prévalence semble être plus grande chez les femmes que chez les hommes (Milan et Vezina, 2011).

Le vieillissement est également associé à une diminution de force musculaire définie comme étant la dynapénie (Clark et Manini, 2008). Cette condition accentue les risques d'incapacités physiques (Rantanen, Guralnik, Foley, et coll., 1999; Xue, Walston, Fried et Beamer, 2011) et de problèmes de la mobilité (Hasselgren, Olsson et Nyberg, 2011; Manini et coll., 2007; Visser, Harris, et coll., 2000). Par ailleurs,

une faible force musculaire est associée à un risque accru de mortalité précoce chez les personnes âgées (Artero et coll., 2011; Newman et coll., 2006; Xue, Beamer, Chaves, Guralnik et Fried, 2010). Le maintien de la force musculaire serait donc primordial pour garder une mobilité optimale, limiter les incapacités physiques en vieillissant, ainsi que de diminuer les risques de mortalité (Clark et Manini, 2012). Nous en discuterons plus précisément dans la section 1.3 du présent document.

Un autre problème vécu par les personnes vieillissantes est l'accumulation graduelle de tissu adipeux total, ainsi que la redistribution de celui-ci au niveau abdominal et viscéral (Gallagher et coll., 2000; Janssen et Ross, 2005; Racette, Evans, Weiss, Hagberg et Holloszy, 2006). Chez les femmes, cette accumulation est accentuée suite à la ménopause (Tchernof et Despres, 2013); laquelle est associée à un risque accru d'hypertension artérielle, de dyslipidémies, de résistance à l'insuline, de diabète de type 2 et de maladies cardiovasculaires (Heymsfield et coll., 1994; O'Donovan et coll., 2009; Salazar et coll., 2014).

1.1.2 Ménopause

La ménopause est un événement propre à la femme survenant en moyenne aux alentours de 51 ans (Al-Azzawi et Palacios, 2009). Elle est caractérisée par une diminution de la production d'œstrogène et de progestérone (Vrachnis et coll., 2014). Ces hormones sont principalement sécrétées par les follicules ovariens après que ceux-ci aient été stimulés par l'hormone lutéinisante et l'hormone folliculo-stimulante (Tortora, 2007). La sénescence ovarienne est un processus graduel qui commence aux alentours de 35 ans et qui culmine avec la ménopause (Al-Azzawi et Palacios, 2009). On observera alors une diminution progressive du nombre de follicules ovariens et une diminution de la réponse des ovaires à la stimulation hormonale malgré une sécrétion abondante d'hormones lutéinisante et folliculo-stimulante (Tortora, 2007). Ainsi, les ovaires produiront de moins en moins d'estrogène et de progestérone. La

femme expérimentera alors de plus en plus de cycles menstruels irréguliers de durées écourtées.

Le vieillissement des gonades s'accroîtra généralement 4 à 5 ans avant la ménopause avec des cycles ovulatoires irréguliers plus fréquents et de moins en moins d'hormones féminines sécrétées (Al-Azzawi et Palacios, 2009; Carr, 2003). Durant cette phase, appelée péri-ménopause (Messier et coll., 2011), les symptômes typiques de la ménopause apparaîtront (bouffées de chaleur, sueurs nocturnes, palpitations cardiaques, maux de tête, sécheresse vaginale, insomnie, dépression, irritabilité et accumulation de tissu adipeux au niveau abdominal). La ménopause est diagnostiquée lorsque la femme n'a plus de menstruations depuis 12 mois consécutifs et qu'il n'y a plus d'activité folliculaire ovarienne (Carr, 2003). La femme sera ensuite ménopausée pour le reste de sa vie.

1.1.3 Obésité et ménopause

L'obésité générale est définie comme étant une accumulation excessive et/ou anormale de tissu adipeux qui peut nuire à la santé d'un individu (OMS, 2012). Plus un individu est obèse, plus les dangers pour sa santé sont élevés (Tchernof et Despres, 2013). L'obésité, comme la ménopause, est précurseur de plusieurs problèmes de santé tels que les dyslipidémies, la résistance à l'insuline, le diabète de type 2, certains cancers et les maladies cardiovasculaires (Calle, Rodriguez, Walker-Thurmond et Thun, 2003; Colditz, Willett, Rotnitzky et Manson, 1995; Emerging Risk Factors et coll., 2011; Willett et coll., 1995).

L'obésité abdominale, et plus particulièrement l'obésité viscérale, est définie comme une accumulation excessive de tissu adipeux entourant les viscères à l'intérieur de la cavité abdominale (OMS, 2012). Ainsi, plus la quantité de tissu adipeux viscéral est élevée, et ce peu importe le niveau d'obésité, et plus le risque de souffrir de problèmes métaboliques est important (Pouliot et coll., 1992; Ross, Aru,

Freeman, Hudson et Janssen, 2002; Ross, Freeman, Hudson et Janssen, 2002). Il y a aussi une corrélation étroite entre la quantité de tissu adipeux viscéral et les détérioration du profil pro-inflammatoire et pro-thrombotique (Cartier et coll., 2009a, 2009b; Janand-Delenne et coll., 1998; Lemieux et coll., 2001). Auparavant, une valeur de circonférence de taille (CT) supérieure à 88 cm suggérerait des risques élevés de souffrir des conséquences de l'obésité abdominale chez la femme (WHO, 2000). Récemment, la Société canadienne de physiologie de l'exercice (CSEP) s'est basée sur les travaux de Ardern et coll. (Ardern, Janssen, Ross et Katzmarzyk, 2004) afin d'accepter des nouvelles normes tenant compte de l'indice de masse corporelle (IMC) (Tableau 1).

Tableau 1.

Risques pour la santé associés à la CT et à l'IMC

IMC Catégories	IMC (kg/m ²)	IMC Risque pour la santé	CT (cm) Hommes	CT (cm) Femmes	IMC + CT Risque pour la santé
Maigreur	< 18.8	Augmenté	-	-	-
Poids normal	18.5-24.9	Faible	≥ 90	≥ 80	Élevé
Surplus de poids	25.0-29.9	Augmenté	≥ 100	≥ 90	Très élevé
Obésité grade 1	30.0-34.9	Élevé	≥ 110	≥ 105	Extrêmement élevé
Obésité grade 2	35.0-39.9	Élevé	≥ 125	≥ 115	Extrêmement élevé
Obésité grade 3	≥ 40	Extrêmement élevé	≥ 125	≥ 125	Extrêmement élevé

Adapté de: CSEP-Physical Activity Training for Health (CSEP-PATH), 2013.

Chez la femme, on observe une augmentation plus importante de graisse au niveau abdominal et viscéral entre la périménopause et la ménopause (Abdulnour et coll., 2012). Ceci serait en partie le résultat des baisses de concentration en estrogènes, lesquelles promeuvent l'accumulation du tissu adipeux au niveau sous-cutané au lieu d'au niveau intra-abdominal (Krotkiewski, Bjorntorp, Sjostrom et Smith, 1983; C. G. Lee et coll., 2009). Elles deviennent donc plus à risque de développer les complications énumérées précédemment. Conséquemment, des études tendent à montrer également une augmentation de l'épaisseur des parois intima-media de la carotide (Sutton-Tyrrell et coll., 1998), la calcification de l'aorte (Efe, Aygun,

Acar, Yildiz et Gemici, 2014; Jensky et coll., 2011; Witteman, Grobbee, Kok, Hofman et Valkenburg, 1989) et des dépôts de calcium et de lipides dans les artères coronaires (Aoqui, Cuppari, Kamimura et Canziani, 2013; Janowitz, Agatston, Kaplan et Viamonte, 1993; Jensky et coll., 2011). Certains paramètres de la fonction musculaire sont aussi altérés par l'obésité et la ménopause. Effectivement, plus la quantité de tissu adipeux est importante, moins la force musculaire relative des membres inférieurs est grande chez les femmes de plus de 70 ans et ce lorsque la force relative est exprimée en Newton*mètres/kg de masse maigre (Newman et coll., 2003). De plus, selon certaines données scientifiques, les changements hormonaux observés durant la ménopause auraient des effets négatifs sur la force musculaire (Rolland, Perry, Patrick, Banks et Morley, 2007) et la masse musculaire (Aloia, McGowan, Vaswani, Ross et Cohn, 1991; Rolland et coll., 2007).

L'obésité est aussi associée avec des niveaux plus élevés de cytokines pro-inflammatoires en circulation dans le sang (Fernandez-Sanchez et coll., 2011; Schrager et coll., 2007). L'augmentation de la concentration de ces cytokines serait inversement associée avec la force musculaire (Miller et Wolfe, 2008; Schrager et coll., 2007). Plus précisément, les changements des concentrations du facteur de nécrose tumorale (TNF- α), de la protéine C-réactive (CRP) et de l'interleukine-6 (IL-6) ont été associé à une diminution de la force (Brinkley et coll., 2009; Schaap et coll., 2009; Schaap, Pluijm, Deeg et Visser, 2006). La force et la masse musculaire seront abordées plus en détails dans les chapitres suivants.

1.2 Vieillessement et sarcopénie

Outre l'obésité, le vieillissement normal est associé à une diminution de la masse maigre, plus précisément de la masse musculaire (Baumgartner, 2000; Janssen, Baumgartner, Ross, Rosenberg et Roubenoff, 2004; Lexell, Taylor et Sjostrom, 1988). Ce phénomène seraient d'autant plus accentué chez les femmes après la ménopause (Imamura, Ashida, Ishikawa et Fujii, 1983; Janssen, Heymsfield et Ross,

2002; Poehlman, Toth et Gardner, 1995). Même si la perte de masse musculaire liée au vieillissement est connue depuis la fin des années 70 (Cohn et coll., 1980; Imamura et coll., 1983; Tzankoff et Norris, 1978), aucun terme ne désignait spécifiquement cette condition jusqu'en 1989; année où Rosenberg a proposé les termes «sarcomalacia» et «sarcopenia» pour décrire ce phénomène (Rosenberg, 1989). Le terme sarcopénie, a finalement été introduit officiellement dans la littérature par Evans ainsi que par Rosenberg et Roubenoff en 1995 (Evans, 1995b; Rosenberg et Roubenoff, 1995).

La sarcopénie est caractérisée principalement par une atrophie musculaire; laquelle est due soit à une diminution du nombre de fibres musculaires, une diminution de leur volume ou bien encore les deux (Faulkner, Larkin, Claflin et Brooks, 2007). Les mécanismes responsables de ces phénomènes ne sont pas tous élucidés dans la littérature, mais certains facteurs sont bien corrélés avec ces phénomènes. Tout d'abord, l'activité physique a un impact sur le maintien ou même l'hypertrophie des fibres musculaires à tous les âges (Grimby et Saltin, 1983; Lexell, 1995; Lexell et Taylor, 1991; Trappe et coll., 2001; Trappe et coll., 2000). À l'inverse, la sédentarité affecte négativement la masse musculaire (Z. Li et Heber, 2012). L'âge étant positivement corrélé avec la sédentarité, les aînés sont plus à risque de sarcopénie (Milan et Vezina, 2011). De plus, on observe une atrophie préférentielle des fibres de type II et une diminution de leur nombre avec le vieillissement (Lexell, 1995; Lexell et coll., 1988; Z. Li et Heber, 2012). Ces dernières étant plus volumineuses et ayant un potentiel hypertrophique plus important que les fibres de type I, leur atrophie contribue de manière importante à la diminution de la masse musculaire (Tortora, 2007). La dénervation des fibres musculaires (Ansved et Larsson, 1990) ainsi que la perte d'unité motrice (M. J. Campbell, McComas et Petito, 1973; Doherty et Brown, 1993; Doherty, Vandervoort, Taylor et Brown, 1993; McComas, Fawcett, Campbell et Sica, 1971) sont aussi des facteurs majeurs de la sarcopénie. Finalement, selon certains auteurs, la sarcopénie pourrait être due à une diminution de l'apport alimentaire en protéines; phénomène fréquent en

vieillissant (de Groot et van Staveren, 1996; Z. Li et Heber, 2012; Rousset, Patureau Mirand, Brandolini, Martin et Boirie, 2003).

Afin de diagnostiquer la sarcopénie chez la population, Baumgartner et al. ont proposé d'ajuster la masse musculaire squelettique appendiculaire en fonction de la taille en mètre au carré (kg/m^2) (Baumgartner et coll., 1998). Ils ont proposé qu'une personne était sarcopénique quand le résultat se situait en-dessous de deux écart-types sous la moyenne d'un groupe de référence constitué de jeunes en santé et du même sexe. Selon ces observations, un individu serait donc sarcopénique si le résultat est $\leq 5,45 \text{ kg/m}^2$ chez les femmes et $\leq 7,26 \text{ kg/m}^2$ chez les hommes (Baumgartner et coll., 1998). Delmonico et al. ont mis ces barèmes à jour en proposant des limites légèrement différentes chez les aînés de 70 à 79 ans avec $\leq 5,67 \text{ kg/m}^2$ pour les femmes et $\leq 7,25 \text{ kg/m}^2$ pour les hommes (Delmonico et coll., 2007). La masse maigre relative a été déterminée dans un premier temps à l'aide de l'indice de masse maigre ($\text{MM}/\text{taille m}^2$). Cependant, plutôt que d'utiliser un seuil basé sur une population jeune pour comparer les indices, les participants ont été classifiés comme sarcopénique si l'indice de masse maigre était dans les 20% les plus faibles selon la distribution des scores obtenus dans l'étude (Tanko, Movsesyan, Mouritzen, Christiansen et Svendsen, 2002). Ces valeurs ont été acceptées et utilisées par plusieurs organismes et groupes de chercheurs tels que l'International Working Groups on Sarcopenia (IWGS), le Special Interest Group on cachexia-anorexia (SIG) et le European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) (Cruz-Jentoft et coll., 2010; Fielding et coll., 2011; Muscaritoli et coll., 2010). Afin de préciser la définition/le concept de la sarcopénie, ces regroupements de chercheurs ont aussi ajouté une faible vitesse de marche comme critère (respectivement $\leq 1,0 \text{ ms}^{-1}$, $\leq 0,8 \text{ ms}^{-1}$, $\leq 0,8 \text{ ms}^{-1}$) (Cruz-Jentoft et coll., 2010; Fielding et coll., 2011; Muscaritoli et coll., 2010). Pour sa part, l'EWGSOP a également intégré une faible force de préhension ($\leq 25^{\text{e}}$ percentile) (Abellan van Kan, Houles et Vellas, 2012). Au fil des années, le terme sarcopénie a donc dérivé de sa définition originale et est maintenant couramment utilisé pour définir la diminution de masse et de force

musculaire liée à l'âge (Adamo et Farrar, 2006; Cruz-Jentoft et coll., 2010; Roubenoff et Hughes, 2000). Selon certains auteurs, cette utilisation du terme sarcopénie n'est pas idéale et peut porter à confusion (Clark et Manini, 2008).

1.2.1 Sarcopénie et force musculaire

Il est accepté que la diminution de la masse maigre liée à l'âge est corrélée à des problèmes de locomotion, aux incapacités physiques, à une faible performance fonctionnelle (faible vitesse de marche, difficulté à se lever d'une chaise, etc.) et à une faible force musculaire (Evans et Campbell, 1993; Janssen et coll., 2002; Sternfeld, Ngo, Satariano et Tager, 2002; Visser et coll., 2002). Cependant, des études longitudinales récentes sur le vieillissement et l'immobilisation chez des patients alités ont démontré que l'influence de la masse musculaire sur la force musculaire était moindre que ce qu'on croyait (Beliaeff, Bouchard, Hautier, Brochu et Dionne, 2008; Choquette et coll., 2010; Clark, Fernhall et Ploutz-Snyder, 2006b; Clark, Manini, Bolanowski et Ploutz-Snyder, 2006b; Delmonico et coll., 2009; Goodpaster et coll., 2006; Kawakami et coll., 2001). Certains auteurs affirment même que la sarcopénie n'aurait pas vraiment d'impact sur la capacité physique (Beliaeff et coll., 2008; Bouchard, Dionne et Brochu, 2009; Davison, Ford, Cogswell et Dietz, 2002; Jankowski et coll., 2008; Zoico et coll., 2004). Il semblerait ainsi que la diminution de la force musculaire en vieillissant serait un paramètre mieux corrélé avec les facteurs de capacité fonctionnelle que la diminution de la masse musculaire (Clark et Manini, 2008; Manini et Clark, 2012).

Le phénomène de la perte de force musculaire liée à l'âge est connu et accepté par les chercheurs depuis de nombreuses années (Frontera, Hughes, Lutz et Evans, 1991b; Hunter, McCarthy et Bamman, 2004; Young et Skelton, 1994), sans pour autant avoir été défini par un terme précis. Le terme sarcopénie est utilisé depuis plus de 15 ans pour définir une perte de masse, de force et de qualité musculaire (quantité de force développée par unité de masse musculaire) (Dutta, 1997; Evans et Campbell,

1993). Le problème avec l'utilisation de ce terme est qu'il insinue que les changements dans la masse musculaire influencent directement et principalement la force musculaire (Clark et Manini, 2008). Cependant, certaines études ont démontré que la perte de masse musculaire n'est pas le seul et le principal déterminant de la perte de force musculaire. Par exemple, chez des femmes ménopausées, la perte de masse musculaire ne serait pas significativement corrélée avec la perte de force musculaire sur une période de trois ans (Rolland et coll., 2007). De plus, le fait de maintenir ou d'augmenter la masse musculaire ne préviendrait pas la perte de force musculaire liée à l'âge (Goodpaster et coll., 2006). Il est également connu depuis plusieurs décennies que la force musculaire n'est pas influencée uniquement par la taille des muscles (Moritani et deVries, 1979). Des études transversales de 1983 chez les jeunes (Maughan, Watson et Weir, 1983) et 1991 chez les aînés (Frontera, Hughes, Lutz et Evans, 1991a), démontraient déjà que les changements de masse musculaire n'expliquaient qu'environ 35% des changements de force. Fait intéressant, des études longitudinales plus récentes indiquent une corrélation variant entre 5% et 10% entre la masse et la force musculaire (Clark, Fernhall et Ploutz-Snyder, 2006a; Clark, Manini, Bolanowski et Ploutz-Snyder, 2006a; Delmonico et coll., 2009; Hughes et coll., 2001). Selon d'autres données, les changements musculaires structuraux expliqueraient 40% de la perte de force musculaire, alors que 50% serait expliquée par des changements neurologiques (Clark, Manini, et coll., 2006b). De plus, certains estiment que les changements de la quantité de masse musculaire n'expliquerait environ que 5% de la variabilité de la perte de force musculaire liée à l'âge (Goodpaster et coll., 2006; Hughes, Frontera, Roubenoff, Evans et Singh, 2002).

La sarcopénie ne constitue qu'un élément parmi le 40% de changements musculaires structuraux (Manini et Clark, 2012). Les changements inhérents dans la quantité de masse musculaire liés au vieillissement auraient donc moins d'influence sur les changements de force musculaire que ce qui était établi auparavant (Hughes et coll., 2001). Des corrélations de 0,32 à 0,70 entre les deux conditions ont été proposé

(Kanehisa, Ikegawa et Fukunaga, 1994). Clark et Manini ont ainsi suggéré que le terme dynapénie devrait être utilisé pour expliquer la diminution de force musculaire associée au vieillissement. Tandis que le terme sarcopénie devrait être réservé à la diminution de la masse maigre (Clark et Manini, 2008).

1.3 Dynapénie

Pour évaluer la force, il faut d'abord une contraction musculaire volontaire résultant d'une suite d'événements physiologiques et métaboliques. Ce processus s'installera à 4 différents niveaux, mais sera aussi influencé par beaucoup d'autres structures du cerveau à diverses intensités (cervelet noyaux gris centraux, thalamus, etc.). La commande pour la contraction est initiée par le cortex prémoteur, pour aller par la suite dans l'ordre au cortex moteur primaire (motoneurones alpha), aux neurones corticospinaux (situés dans la moëlle épinière) et aux fibres musculaires (Figure 1) (MacIntosh, 2006; Tortora, 2007).

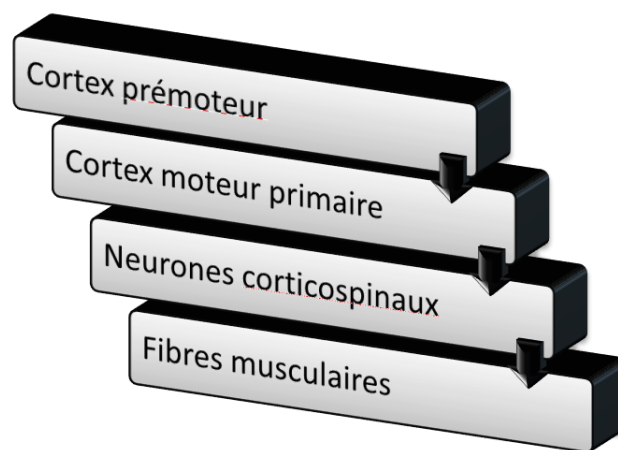


Figure 1. Contraction musculaire volontaire

Les deux principaux moyens d'augmenter la force maximale volontaire sont 1) de recruter plus d'unités motrices et 2) d'augmenter leur fréquence de décharge

(Manini et Clark, 2012). Ainsi, les fonctions du cortex, de la moëlle épinière et des jonctions neuromusculaires (via les systèmes de libération et de captation des neurotransmetteurs) sont connues pour influencer l'activation volontaire des fibres musculaires, et par le fait même la force musculaire des individus (Tortora, 2007).

1.3.1 Facteurs neurologiques en lien avec la dynapénie

D'un point de vue neurologique, plusieurs facteurs sont affectés par le vieillissement, ce qui influence négativement la force musculaire. Le Tableau 2 présente certains des facteurs propres au cortex cérébral. Tous ces facteurs affecteront potentiellement la vitesse et la fréquence de décharge des influx nerveux du cortex moteur; influençant ainsi négativement la force musculaire en vieillissant.

Tableau 2.

Facteurs neurologiques liés à l'âge influençant la force musculaire.

Au niveau du cortex cérébral
- ↓ Volume des neurones du cortex prémoteur (Haug et Eggers, 1991)
- ↓ Volume de certaines régions corticales se situant près du cortex moteur primaire (Salat et coll., 2004)
- ↓ Longueur totale des gaines de myéline dans la matière blanche (Madden et coll., 2004; Marnier, Nyengaard, Tang et Pakkenberg, 2003)
- ↓ Excitabilité corticale (Kossev, Schrader, Dauper, Dengler et Rollnik, 2002; McGinley, Hoffman, Russ, Thomas et Clark, 2010; Sale et Semmler, 2005; Smith, Ridding, Higgins, Wittert et Pitcher, 2009)
- ↓ Habilité à changer l'activité d'un patron moteur inapproprié (Heuninckx, Wenderoth, Debaere, Peeters et Swinnen, 2005; Rowe et coll., 2006)
- ↓ Plasticité corticale (Fathi et coll., 2010; Sawaki, Yaseen, Kopylev et Cohen, 2003)

Le vieillissement semble aussi avoir un effet sur la diminution de l'excitabilité des neurones de la moelle épinière (Kido, Tanaka et Stein, 2004; Kossev et coll.,

2002; Smith et coll., 2009). Le nombre et la taille des unités motrices tendent aussi à diminuer avec l'âge (Doherty et Brown, 1993; McNeil, Doherty, Stashuk et Rice, 2005), accompagné par une altération des propriétés de décharge de celles-ci (Kamen, Sison, Du et Patten, 1995; Klass, Baudry et Duchateau, 2008; Nelson, Soderberg et Urbscheit, 1983). Cela est principalement dû au fait que le taux de dénervation des fibres musculaires devient plus élevé que le taux de réinnervation; ce qui contribue à une diminution du nombre d'unité motrice fonctionnelle (Kostek et Delmonico, 2011). De plus, la dénervation se fait préférentiellement au niveau des fibres de type II et la réinnervation potentielle se fera préférentiellement au niveau des fibres de type I (Delbono, 2011). La typologie de la fibre changera alors tranquillement de «rapide» à «lente». On observe aussi une réduction dans les taux de décharge maximale des unités motrices (Davis, Ross, Preston, Nevitt et Wasnich, 1998). Effectivement, il a été rapporté que les individus âgés entre 65 et 85 ans démontrent des taux maximaux de décharge d'unités motrices de 35 à 40% plus faibles que chez les jeunes âgés entre 20 à 35 ans (Kamen et coll., 1995). De plus, des changements dans plusieurs systèmes de libération et de captation des neurotransmetteurs tels que la sérotonine, la dopamine, l'adrénaline et la noradrénaline pourraient affecter l'efficacité du système nerveux (Manini et Clark, 2012), et ainsi diminuer la force maximale volontairement déployée.

Tous ces facteurs de nature neurologique font en sorte que le potentiel de développement de la force sera affecté négativement avec le vieillissement et ce indépendamment de la quantité de masse musculaire.

1.3.2 Autres facteurs en lien avec la dynapénie

Le vieillissement n'affecte pas que le système nerveux. Certaines structures et propriétés du muscle squelettique sont aussi altérées avec le vieillissement (Tableau 3). De plus, tel que présenté dans la section 1.1.3, si le vieillissement est accompagné d'une augmentation de la masse adipeuse, la présence accrue de cytokines

pro-inflammatoires (TNF- α , CRP, IL-6) affecterait négativement la force musculaire (Miller et Wolfe, 2008; Schaap et coll., 2009; Schaap et coll., 2006; Schrager et coll., 2007). Cela pourrait être dû au fait que le TNF- α et l'IL-6 stimulent la production de radicaux libres, des espèces oxydatives instables causant un état d'inflammation chronique (Fernandez-Sanchez et coll., 2011). Cet état, défini comme étant le stress oxydatif, endommage directement ou indirectement les organes du corps (Fernandez-Sanchez et coll., 2011). Ce qui pourrait affecter négativement la force musculaire (Derbre, Gratas-Delamarche, Gomez-Cabrera et Vina, 2014; Goodpaster et coll., 2006; Sergi et coll., 2011).

Tableau 3.

Facteurs non-neurologiques liés à l'âge influençant la force musculaire.

Au niveau du muscle squelettique

- Diminution de la longueur des fascicules
(Narici et Maganaris, 2006)

 - Changements dans l'angle de pennation des muscles
(Narici et Maganaris, 2006)

 - Diminution de la rigidité des tendons
(Narici et Maganaris, 2006)

 - Diminution du nombre de fibres (surtout type II)
(W. S. Lee, Cheung, Qin, Tang et Leung, 2006; Lexell et coll., 1988)

 - Diminution de la qualité contractile d'une fibre unique ou du muscle entier
(D'Antona, Pellegrino, Carlizzi et Bottinelli, 2007; Ochala, Frontera, Dorer, Van Hoecke et Krivickas, 2007; Yu, Hedstrom, Cristea, Dalen et Larsson, 2007)

 - Changements dans les processus de couplage excitation-contraction
(Delbono, 2000; Delbono, O'Rourke et Ettinger, 1995; Jimenez-Moreno, Wang, Gerring et Delbono, 2008; Renganathan, Messi et Delbono, 1997)

 - Infiltration intramusculaire et intermusculaire de lipides
(Goodpaster et coll., 2001; Goodpaster, Kelley, Thaete, He et Ross, 2000)
-

Ainsi, comme nous avons pu le voir, beaucoup de facteurs influencent la perte de force musculaire avec l'âge. D'un point de vue clinique et sur la base des informations présentés plus haut, une augmentation de la masse musculaire ne devrait pas être utilisée comme objectif principal d'un plan d'intervention chez les personnes âgées. Ce constat est appuyé également par le fait que des données démontrent la difficulté pour cette population d'augmenter la masse musculaire (Dionne, Melancon, Brochu, Ades et Poelhman, 2004). Comme il sera démontré dans les sections suivantes, il serait plus important de se concentrer sur l'augmentation de leur force musculaire compte tenu des effets plus importants sur la capacité fonctionnelle et le maintien de l'autonomie.

1.3.3 Conséquences de la dynapénie sur la capacité fonctionnelle

Dans le cadre de ce mémoire, le terme capacité fonctionnelle sera utilisé pour décrire et déterminer la capacité du corps à effectuer efficacement des tâches motrices plus ou moins complexes nécessaires à la vie de tous les jours (marche et vitesse de marche, lever de chaise, équilibre unipodal, contourner des obstacles, etc.) (Bouchard, Dionne, et coll., 2009). Le terme performance physique, quant à lui, sera plutôt un reflet du niveau d'efficacité avec lequel un individu effectuera ces tâches motrices (Bouchard, Dionne, et coll., 2009). Par exemple, la marche serait la tâche motrice et la vitesse à laquelle l'individu marche représente la performance physique; les deux faisant partie de la capacité fonctionnelle. Une incapacité physique sera quant à elle une limitation ou un handicap qu'un individu aura, l'empêchant d'effectuer efficacement des tâches motrices (Senechal, Bouchard, Dionne et Brochu, 2012).

Tous les facteurs présentés dans les sections 1.3.1 et 1.3.2 favorisent une diminution de la force musculaire en vieillissant. Cette diminution de force est associée à des conséquences dans la capacité fonctionnelle des aînés (Brown, Sinacore et Host, 1995; Buchner, 1997; Buchner, Beresford, Larson, LaCroix et

Wagner, 1992; Evans, 1995a). Puis, ces conséquences de la dynapénie augmentent les risques de chute, de fractures, d'hospitalisation, de dépendance physique, de déclin cognitif, d'institutionnalisation et de mortalité (Lyyra, Leskinen et Heikkinen, 2005; Montero-Odasso et coll., 2005; Studenski et coll., 2003; Woo, Ho et Yu, 1999). Certaines études démontrent aussi que les gens qui ont plus de force développeraient moins d'incapacités physiques à moyen et à long terme (Brill, Macera, Davis, Blair et Gordon, 2000; Rantanen, Guralnik, Sakari-Rantala, et coll., 1999). De plus, il été démontré qu'une faible force musculaire est également associée à l'intolérance au glucose (Snijder et coll., 2003), au syndrome métabolique (Jurca et coll., 2005) et aux maladies cardiovasculaires (Snijder et coll., 2004). Les conséquences de la dynapénie sont présentées dans le Tableau 4.

Tableau 4.

Conséquences de la dynapénie sur la capacité fonctionnelle et la vie des aînés.

Variables
- Espérance de vie totale diminuée chez les individus âgés (Cesari et coll., 2009; Manini et coll., 2007; Newman et coll., 2006; Visser, Newman, et coll., 2000; Visser et coll., 2005).
- Risque accrue de faibles performances physiques chez les femmes (Rantanen et coll., 2001)
- Augmente les risque de souffrir d'incapacités physiques (Rantanen et coll., 2001)
- Réduction de la vitesse de marche (Buchner, Larson, Wagner, Koepsell et de Lateur, 1996)

Il est démontré également que les aînés obèses ou en surpoids sont plus à risque de présenter une faible capacité fonctionnelle (Bouchard, Beliaeff, Dionne et Brochu, 2007; Bouchard, Dionne, et coll., 2009; Harris et coll., 2000; Peeters, Bonneux, Nusselder, De Laet et Barendregt, 2004), d'institutionnalisation précoce (Grabiner et Enoka, 1995) et de plus longues périodes d'hospitalisation (Penninx et coll., 2000; Studenski et coll., 2003) comparativement à ceux de poids normal.

En fait, il semblerait que la capacité fonctionnelle soit affectée par un excès de masse grasse (Bouchard et coll., 2007; Lebrun, van der Schouw, de Jong, Grobbee et Lamberts, 2006; Sternfeld et coll., 2002). Il a effectivement été démontré qu'un excès de masse grasse, ainsi qu'un surplus de poids, seraient associés à une baisse de la performance physique et à la mortalité (Al Snih et coll., 2007; Bouchard et coll., 2007; LaCroix, Guralnik, Berkman, Wallace et Satterfield, 1993; Lebrun et coll., 2006; Sternfeld et coll., 2002; Visser et coll., 1998). La diminution de force pourrait amener les individus obèses vers une difficulté ou une incapacité à supporter leur propre poids (Choquette et coll., 2010; Janssen, 2006). Puis, comme discuté précédemment, la sédentarité (Stuck et coll., 1999) et le vieillissement (Bongard, McDermott, Dallal et Schaefer, 2007) vont aussi affecter la capacité fonctionnelle en augmentant les risques d'incapacités physiques et de perte de mobilité.

Les données présentées ci-haut mettent bien en évidence l'importance d'augmenter la force musculaire et de diminuer la quantité de masse adipeuse des femmes ménopausées. De cette façon, les risques de développer les problèmes de santé associés à une faible force musculaire et à l'obésité sont minimisés. Une intervention structurée combinant une approche nutritionnelle et un programme d'exercices adaptés pourraient aider à adresser adéquatement les bases de ces problèmes.

1.4 Interventions seules

1.4.1 L'entraînement en résistance

L'entraînement en résistance est une forme d'exercice qui fait en sorte que les muscles doivent travailler contre une force appliquée (American College of Sports et coll., 2009). Il s'agit du type d'entraînement qui démontre les résultats les plus significatifs au niveau de l'amélioration de la force musculaire des hommes et des femmes de tous les groupes d'âge (American College of Sports et coll., 2009; Botero

et coll., 2013; J. H. Holviala, Sallinen, Kraemer, Alen et Hakkinen, 2006; NSCA, 2008; Winters-Stone et coll., 2012).

Plusieurs paramètres de la prescription d'exercice peuvent être manipulés dans ce type d'intervention : la durée de l'intervention, la fréquence d'entraînement, le nombre de séries par exercice, le nombre de répétitions par série et l'intensité (NSCA, 2008). À cet effet, des études chez les aînés ont démontré des améliorations de la force musculaire variant de 20% à 70% suite à des interventions de 6 à 24 semaines, à des fréquences d'entraînement d'une à trois fois par semaine, puis comportant une ou plusieurs séries de 3 à 20 répétitions à des intensités de 40% à 85% du 1-RM (une répétition maximale) (Bottaro, Machado, Nogueira, Scales et Veloso, 2007; Brentano et coll., 2008; Hakkinen, Alen, Kallinen, Newton et Kraemer, 2000; Henwood, Riek et Taaffe, 2008; Izquierdo et coll., 2003; Izquierdo et coll., 2001; Miszko et coll., 2003; Pereira et coll., 2012; Sayers et coll., 2003; Slivka, Raue, Hollon, Minchev et Trappe, 2008; Vincent et Braith, 2002). Même si la majorité des interventions avec un entraînement en résistance amènent des améliorations de la force musculaire (Silva, Oliveira, Fleck, Leon et Farinatti, 2014), il semblerait que ces paramètres peuvent être optimisés afin d'obtenir une meilleure amélioration de la force musculaire.

Des études de courte durée (6 à 12 semaines) démontrent des améliorations de la force musculaire similaires avec une ou trois séries par exercice (Cannon et Marino, 2010; Radaelli et coll., 2013). Cependant, lors d'intervention plus longue (plus de 12 semaines) deux à trois séries par exercice sont plus efficace (Cadore, Pinto, Bottaro et Izquierdo, 2014; Galvao et Taaffe, 2005). De plus, selon une récente méta-analyse, des durées d'intervention de plus de 12 semaines sont associées à des améliorations en force plus élevées que des interventions plus courtes (Silva et coll., 2014). La fréquence d'entraînement est également importante; Il a été démontré que des fréquences d'entraînement à raison de trois fois par semaine sont associées à des meilleures améliorations de la force musculaire que pour des fréquences

hebdomadaires plus faibles (Farinatti et coll., 2013; J. Holviala et coll., 2014). Ensuite, de récentes méta-analyse ont conclues que des intensités modérées à élevées (65-80% du 1-RM) démontrent des effets plus importants que des protocoles moins intenses au niveau de la force musculaire (Peterson, Rhea, Sen et Gordon, 2010; Steib, Schoene et Pfeifer, 2010). Puis, afin d'atteindre un effort optimal correspondant à 65 à 80% du 1-RM, une prescription de 8 à 15 répétitions est généralement utilisée (NSCA, 2008).

L'augmentation de la force musculaire suite à un entraînement en résistance est due à plusieurs facteurs. Selon une récente méta-analyse, une augmentation de la contraction musculaire volontaire a lieu durant un programme d'entraînement en résistance (Arnold et Bautmans, 2014). Cela serait dû à une augmentation de la fréquence de décharge des unités motrices dans les premières semaines d'entraînement (Gabriel, Kamen et Frost, 2006). Un recrutement d'unités motrices plus efficace est également causé par une diminution du seuil d'activation des unités motrices à contraction rapide, ainsi qu'une augmentation de leur fréquence de décharge (Van Cutsem, Duchateau et Hainaut, 1998). L'amélioration de ces mécanismes semble diminuer après 6 semaines d'intervention. Par la suite, l'augmentation de l'activation musculaire volontaire serait hypothétiquement plutôt la cause de la réinnervation des fibres musculaires (Macaluso et De Vito, 2004) qui, comme indiqué au chapitre 1.3, sont dénervées par le vieillissement normal. Cette adaptation engendrait des unités motrices plus large pouvant générer plus de force (Moritani et deVries, 1979; Patten, Kamen et Rowland, 2001). Une meilleure coordination intermusculaire et intramusculaire serait également causée par l'entraînement en résistance, influençant ainsi positivement la quantité de force pouvant être déployée par les muscles (Mayer et coll., 2011).

Suite à un entraînement en résistance, les processus anaboliques sont stimulés de façon à ce que le taux de synthèse musculaire protéique (création de nouveau tissu musculaire) est plus élevé que son taux de dégradation (Saini, Faulkner, Al-Shanti et

Stewart, 2009). Ce phénomène engendra une augmentation de la masse musculaire (American College of Sports et coll., 2009; Mayer et coll., 2011; NSCA, 2008). Cette augmentation influence positivement la force musculaire, même si son influence semble moins importante que ce que l'on croyait auparavant (Kanehisa et coll., 1994; Manini et Clark, 2012). Effectivement, la réponse hypertrophique est diminuée chez les aînés (surtout chez les femmes) comparativement aux individus plus jeunes; et ce malgré que les améliorations de la force déployée par unité de masse musculaire soient similaires (Dionne et coll., 2004; Ivey et coll., 2000; Welle, Bhatt, Shah et Thornton, 2002).

Chez les femmes dans la soixantaine, ce type d'entraînement utilisé seul amènerait aussi une perte de tissu abdominal sous-cutané et intra-abdominal (Hunter, Bryan, Wetzstein, Zuckerman et Bamman, 2002; Treuth, Hunter, Kekes-Szabo, et coll., 1995). Hunter et coll. (2002) n'ont pas observé ces changements chez les hommes. Dans une autre étude, l'entraînement en résistance n'a montré qu'une diminution du tissu adipeux sous-cutané chez des femmes âgées en moyenne de 55 ans (Sigal et coll., 2007). Puis, dans une étude chez des aînés frêles, l'entraînement en résistance n'a pas influencé significativement la quantité de tissu adipeux sous-cutané abdominal ou intra-abdominal (Binder et coll., 2005). Chez les aînés, ce type d'entraînement peut favoriser une perte de tissu adipeux total variant de 1,6 à 3,4% (American College of Sports et coll., 2009).

Cependant, la dépense énergétique directement reliée à l'entraînement en résistance pourrait ne pas être suffisamment élevée afin d'amener une perte de tissu adipeux plus élevée; étant donné que ce sont les systèmes énergétiques anaérobie lactique et alactique qui sont principalement sollicités durant ce genre d'entraînement, l'utilisation des lipides comme sources d'énergie est beaucoup moins sollicités que celle du glycogène et du glucose (Tortora, 2007). Il a donc été suggéré que la perte de tissu adipeux lié à l'entraînement en résistance serait due à l'augmentation de l'oxydation des lipides au repos (Hunter, Wetzstein, Fields, Brown et Bamman, 2000;

Treuth, Hunter, Weinsier et Kell, 1995) et à l'augmentation possible du métabolisme de repos (W. W. Campbell, Crim, Young et Evans, 1994; Hunter et coll., 2000; Lemmer et coll., 2000; Meijer, Westerterp et Verstappen, 2000; Taaffe, Pruitt, Reim, Butterfield et Marcus, 1995; Treuth, Hunter, Weinsier, et coll., 1995). Le tableau 5 énumère les autres effets pouvant survenir suite à l'entraînement en résistance.

Tableau 5.

Effets potentiels suite à un entraînement en résistance

Variables
- Augmentation du contenu minéral osseux (Carter et Hinton, 2014; Suominen, 2006)
- Augmentation de la densité minérale osseuse (Bolam, van Uffelen et Taaffe, 2013; Carter et Hinton, 2014)
- Augmentation de la HDL-c de 8 à 21% (Fahlman, Boardley, Lambert et Flynn, 2002; Hagerman et coll., 2000; Joseph, Davey, Evans et Campbell, 1999)
- Diminution de la LDL-c de 13 à 23% (Fahlman et coll., 2002; Hagerman et coll., 2000; Joseph et coll., 1999)
- Diminution des triglycérides plasmatiques de 11 à 18% (Fahlman et coll., 2002; Hagerman et coll., 2000; Joseph et coll., 1999)
- Diminution du cortisol sanguin au repos de 15 à 25% (Izquierdo et coll., 2001; Kraemer et coll., 1999)

1.4.2 Restriction calorique

La restriction calorique est une des approches les plus utilisées et étudiées afin d'améliorer la composition corporelle et la distribution du tissu adipeux (Eshghinia et Mohammadzadeh, 2013; Franz et coll., 2007; E. J. Masoro, 2005). Ce type d'intervention consiste à réduire l'apport alimentaire habituel d'un individu, tout en

maintenant des niveaux adéquats en micronutriments (Fontana, Klein et Holloszy, 2010; Fontana, Klein, Holloszy et Premachandra, 2006). Globalement, la restriction calorique est une intervention exploitant les réserves d'énergie du corps humain. Le déficit calorique stimule le catabolisme des lipides afin de fournir au corps l'énergie nécessaire pour maintenir ses fonctions (Tortora, 2007). Les lipides entreposés dans le tissu adipeux, constituant 98% des réserves d'énergie de l'organisme, sont oxydés grâce à la lipolyse afin de fournir de l'énergie causant ainsi une perte de poids (Tortora, 2007).

Chez les individus obèses, une réduction du poids corporel de 5 à 10% est suffisante pour diminuer la masse adipeuse et ainsi améliorer significativement et cliniquement le profil métabolique et diminuer les risques de maladies cardiovasculaires (Arguin et coll., 2012; Brochu, Tchernof, Turner, Ades et Poehlman, 2003; WHO, 2000; You, Berman, Ryan et Nicklas, 2004). Cet objectif peut être atteint en quelques mois avec une perte de 1 à 2 livres par semaine (Franz et coll., 2007). Pour induire cette perte de poids d'environ 1 à 2 livres par semaine, un déficit énergétique d'environ 500 à 1000 kcal par jour est nécessaire (Mojtahedi et coll., 2011; NIH, 1998). Ces recommandations sont basées sur le fait qu'une livre de tissu adipeux (454g) contient 395g de lipides (Wishnofsky, 1958). Pour oxyder 395g de lipides en une semaine, nous avons besoin d'un déficit énergétique hebdomadaire de 3555 kcal (Tortora, 2007). Ainsi, pour que le corps utilise entre 1 et 2 livres de tissu adipeux, nous avons besoin d'un déficit hebdomadaire de 3555 à 7110 kcal (ou plutôt entre 508 et 1016 kcal par jour). Des recommandations de 500 à 1000 kcal sont utilisées afin de simplifier la prescription du déficit calorique (Arguin et coll., 2008; Brochu et coll., 2009; Brochu et coll., 2003).

Cependant, la force musculaire a aussi tendance à diminuer quand il y a une perte significative de poids (Delmonico et coll., 2009; Hue et coll., 2008; Weiss et coll., 2007). Effectivement, suite à une restriction calorique, des réductions de la force de préhension ont été rapporté (Brinkworth, Noakes, Clifton et Buckley, 2009;

Keim, Barbieri, Van Loan et Anderson, 1990; Wycherley, Buckley, Noakes, Clifton et Brinkworth, 2013). Cette perte de force est expliquée par la diminution de masse maigre (Bouchard, Soucy, Senechal, Dionne et Brochu, 2009; Delmonico et coll., 2009). Effectivement, durant une restriction calorique, la perte de masse maigre peut contribuer pour 35% de la perte de poids (Wycherley, Brinkworth, Clifton et Noakes, 2012). Utilisée seule, cette approche affectera aussi négativement la densité minérale osseuse (Miller et Wolfe, 2008; Waters, Ward et Villareal, 2013). Puis, chez la femme ménopausée, une diminution de la densité et du contenu minéral osseux augmente les risques de fractures, d'hospitalisation, d'institutionnalisation et de mortalité (Jackson et Mysiw, 2014).

1.4.3 Diètes riches en protéines

Les diètes riches en protéines constituent une autre approche pouvant avoir des bienfaits sur la force musculaire. Une alimentation plus riche en protéines serait associée à une meilleure préservation de la force musculaire chez les femmes ménopausées (Filion et coll., 2012). De plus, des données chez des personnes âgées souffrant de maladies pulmonaires obstructives chroniques ont démontrées qu'une alimentation riche en protéines est aussi corrélée avec une plus grande force musculaire [$r = 0,58$ ($p = 0,009$) pour la force du haut du corps et $r = 0,59$ ($p = 0,01$) pour la force du bas du corps] (Benton, Wagner et Alexander, 2010). Dans une récente méta-analyse, Cermak et coll. proposent également qu'une diète riche en protéines contribue à l'augmentation de la force et de la masse musculaire chez des individus de 50 ans et plus; que ce soit à l'aide de suppléments alimentaires ou de modification du régime alimentaire (Cermak, Res, de Groot, Saris et van Loon, 2012). Cependant, Verdijk et coll. ne sont pas arrivés à la même conclusion dans une étude menée chez des aînés âgés en moyenne de 72 ans (Verdijk et coll., 2009). Finalement, une autre étude chez des aînés frères a démontré une tendance ($p = 0,059$) de l'augmentation de la force musculaire pour le groupe ayant une diète riche en protéines comparativement au groupe placebo (Tieland et coll., 2012).

Le mécanisme responsable de l'augmentation de la force musculaire avec une diète riche en protéines est en lien avec la stimulation de l'anabolisme musculaire (Baier et coll., 2009; Fujita et coll., 2007; Pannemans, Wagenmakers, Westerterp, Schaafsma et Halliday, 1998; Symons et coll., 2007). L'anabolisme musculaire est la capacité du corps à créer du nouveau tissu musculaire via la synthèse protéique musculaire; et ce en utilisant les acides aminés provenant du bris des protéines alimentaires (Tortora, 2007). La synthèse protéique musculaire peut être stimulée par la sécrétion d'*insulin-like growth factor 1* (IGF-1) suite à un apport élevé en protéines (Schurch et coll., 1998). Cependant, la diminution des taux d'IGF-1 associée à l'âge entraînera une diminution de la synthèse protéique musculaire (Ceda et coll., 2005; Kelijman, 1991). Ainsi, les aînés qui consomment plus de protéines sont effectivement moins enclins à perdre de la masse maigre avec le temps (Houston et coll., 2008).

Le taux de synthèse protéique change aussi en fonction de la quantité de protéines ingérées. Avec l'ingestion d'une grande quantité de protéines lors d'un repas standard (30-40g), les personnes âgées présentent des augmentations de la synthèse protéique musculaire similaires à celles d'individus plus jeunes en phase postprandiale (Paddon-Jones, Sheffield-Moore, Katsanos, Zhang et Wolfe, 2006; Paddon-Jones et coll., 2004; Rasmussen, Wolfe et Volpi, 2002; Volpi, Ferrando, Yeckel, Tipton et Wolfe, 1998). Inversement, une ingestion plus faible (6-15g) lors d'un repas résulte en une synthèse protéique musculaire moins importante comparativement à des individus jeunes (Katsanos, Kobayashi, Sheffield-Moore, Aarsland et Wolfe, 2005). Selon ces constats, une grande quantité de protéines est donc nécessaire afin d'augmenter la masse musculaire chez les personnes âgées (Wolfe, Miller et Miller, 2008).

Sur la base de ces observations, la recommandation d'apport quotidien en protéines de 0,8g par kg de poids corporel est donc inadéquate pour favoriser le maintien ou l'augmentation de la masse musculaire chez les personnes âgées (W. W.

Campbell, Trappe, Wolfe et Evans, 2001; Wolfe et coll., 2008). Un apport quotidien de trois portions de 35g de protéines contenant tous les acides aminés essentiels stimule maximalelement la synthèse protéique musculaire (Wolfe, 2002; Wolfe et coll., 2008). Ingérée lors de chaque repas (trois repas par jour), cette quantité fait en sorte qu'un individu de 70kg aura un apport en protéines correspondant à 1,5g/kg/jour. Chez des femmes frêles, une augmentation de l'apport protéique alimentaire de 0,87g/kg/jour à 1,23g/kg/jour a aussi mené à une augmentation de la masse musculaire (Chevalier, Gougeon, Nayar et Morais, 2003).

Afin de stimuler la synthèse protéique musculaire de façon optimale, le corps a besoin de tous les acides aminés essentiels (Tortora, 2007). Il en existe 8 que l'organisme est incapable de synthétiser par lui-même et qu'il doit absolument obtenir via la nutrition (Tortora, 2007). Les protéines d'origine animale sont dites complètes, car elles contiennent tous les acides aminés essentiels (Tortora, 2007). Pour leur part, les protéines d'origine végétale sont dites incomplètes (Tortora, 2007). Il faut donc combiner différents aliments d'origine végétal lors d'un repas afin d'obtenir tous les acides aminés essentiels (Tortora, 2007). La meilleure biodisponibilité des protéines d'origine animale (viandes, produits laitiers, œufs) favorise leur absorption, et donc l'augmentation de la synthèse protéique musculaire (Roberts et Zaloga, 1994). De plus, l'utilisation de protéines d'origine animale, comparativement aux protéines d'origine végétale, serait associée à une thermogénèse plus élevée et donc une plus grande dépense énergétique (Westerterp-Plantenga, 2003). Puis, la consommation de protéines d'origine animale est positivement associée à la masse maigre chez les personnes âgées (Lord, Chaput, Aubertin-Leheudre, Labonte et Dionne, 2007).

Cependant, une étude transversale a rapporté que l'ingestion de viande rouge était positivement associée à des concentrations plasmatiques plus élevées de cholestérol (de Sauvage Nolting et coll., 2003), ainsi qu'à un risque plus élevé de souffrir de maladies cardiovasculaires (de Sauvage Nolting et coll., 2003) et de complications associées au diabète de type 2 (Marshall, Bessesen et Hamman, 1997;

Sharman, Gomez, Kraemer et Volek, 2004). Comparativement aux protéines d'origine végétale, la viande rouge contient généralement plus de gras saturés et de cholestérol. Ainsi, il se peut que ce ne soit pas les protéines mais bien les autres nutriments en lien avec la consommation de viandes rouges qui causeraient ces problèmes (Riesco, Aubertin-Leheudre, Maltais, Audet et Dionne, 2010). Dans le même ordre d'idée, une revue de la littérature (Hecker, 2001) et une étude expérimentale (Haub, Wells et Campbell, 2005) ont démontré que des sources de protéines animales faibles en gras pouvaient améliorer certains facteurs de risque de maladies cardiovasculaires. Effectivement, dans l'étude expérimentale de Haub et al. (2005), la diète riche en protéines de bœuf combinée à un entraînement en résistance était associée avec des améliorations significatives des HDL-c, des LDL-c et du cholestérol total chez des hommes âgés; alors que la combinaison des protéines de soya et d'un entraînement en résistance n'a eu aucun effet significatif sur leur profil lipidique (Haub et coll., 2005). De plus, une étude de Li et coll. (1999) a donné des résultats inconsistants par rapport à la relation entre la consommation de protéines d'origine végétale et les risques de maladies cardiovasculaires. Plus spécifiquement, leurs résultats démontrent que l'utilisation de protéines de soya n'a pas eu d'effet sur les marqueurs inflammatoires, la fonction endothéliale ou le stress oxydatif (D. Li et coll., 1999).

Une diète riche en protéines favoriserait aussi une perte de tissu adipeux via l'augmentation de la satiété et de la thermogénèse postprandial (Westerterp-Plantenga, 2003). De plus, certains auteurs ont rapportés qu'un plus grand apport en protéines était associé à une reprise de poids moins élevée suite à un programme de perte de poids (Vega-Lopez et Lichtenstein, 2005; Westerterp-Plantenga, 2003; Westerterp-Plantenga, Lejeune, Nijs, van Ooijen et Kovacs, 2004).

1.5 Interventions combinées

Les différentes combinaisons possibles de l'entraînement en résistance, de la restriction calorique et d'une diète riche en protéines peuvent s'avérer être des solutions intéressantes afin augmenter la force musculaire tout en améliorant la composition corporelle (diminuer la masse adipeuse tout en maintenant la masse maigre) des femmes ménopausées obèses sédentaires.

1.5.1 Restriction calorique riche en protéines

Il a été démontré que, lors d'une perte de poids induite par une diète restrictive, un apport quotidien en protéines trop faible (0,45g / kg de poids corporel) est associé à une perte significative de masse maigre chez des femmes ménopausées (Bopp et coll., 2008; Wycherley et coll., 2012). À l'inverse, pendant une restriction calorique, certains auteurs ont rapporté qu'une diète riche en protéines favorise une perte de poids (McAuley et coll., 2005; Skov, Toubro, Ronn, Holm et Astrup, 1999), tout en améliorant la composition corporelle (diminution de la masse adipeuse et meilleur maintien de la masse maigre) (Farnsworth et coll., 2003; Krieger, Sitren, Daniels et Langkamp-Henken, 2006; Layman et coll., 2003; Leidy, Carnell, Mattes et Campbell, 2007; Noakes, Keogh, Foster et Clifton, 2005). D'autres ne sont cependant pas arrivés aux mêmes conclusions (Luscombe, Clifton, Noakes, Farnsworth et Wittert, 2003). Selon une méta-analyse de Krieger et coll. (2006), plus la quantité de protéines ingérées quotidiennement est élevée, plus la rétention de la masse maigre et les pertes de masse adipeuse sont élevées. Il semblerait cependant que ces effets ne soient significatifs que pour des interventions de plus de 12 semaines (Krieger et coll., 2006). La restriction calorique combinée à un apport élevé en protéines semble donc être une approche plus intéressante qu'une restriction calorique seule pour améliorer la composition corporelle (Layman, 2004; Meckling et Sherfey, 2007; Westerterp-Plantenga, Nieuwenhuizen, Tome, Soenen et Westerterp, 2009). L'effet

d'un apport élevé en protéines sur la satiété favoriserait également l'adhérence à une diète de perte de poids (Farnsworth et coll., 2003).

Ceci étant dit, durant une perte de poids significative, le maintien de la masse maigre s'avère difficile (Wycherley et coll., 2012). Effectivement, dans une intervention de 12 semaines, des auteurs ont observé des pertes semblables de masse maigre lors d'une diète hypocalorique riche en protéines comparativement à une diète hypocalorique seule (Wycherley et coll., 2013). Le même phénomène a été observé dans une étude de 24 semaines chez des femmes âgées (Mojtahedi et coll., 2011). Ces études ont aussi observé une diminution de la force musculaire, laquelle était probablement liée à la perte de masse musculaire.

1.5.2 Restriction calorique combinée à l'entraînement en résistance

Tel qu'indiqué à la section 1.4.2, il est généralement accepté qu'une perte de poids induite par une réduction calorique augmente le risque de diminution de la force et de la masse musculaire (Jakicic et coll., 2001). Ainsi, l'ajout d'un programme d'entraînement musculaire est fortement conseillé pour tout individu voulant perdre du poids tout en maintenant sa force et sa masse musculaire (Frimel, Sinacore et Villareal, 2008; Mojtahedi et coll., 2011; Verreijen et coll., 2015). Wycherley et coll. (2010) ont aussi démontré une augmentation de la force musculaire durant une diète hypocalorique combinée à l'entraînement en résistance comparativement à la diète seule. Par contre, les deux groupes avaient la même perte de masse maigre (Wycherley et coll., 2010a). L'augmentation de la force musculaire, malgré une perte de masse maigre, suggère donc des adaptations de nature neurologique (voir section 1.3.1) (Manini et Clark, 2012).

Dans l'étude de Wycherley et coll. (2010a), l'ajout de l'entraînement en résistance à la diète hypocalorique a également entraîné des pertes de tissus adipeux et une diminution du tour de taille significativement plus élevées comparativement à

la diète seule ($p < 0,01$). Layman et coll. (2005) ont des effets similaires sur la masse adipeuse totale. Avec la même approche, notre laboratoire a obtenu une différence significative pour une perte de tissu adipeux au niveau du tronc, mais pas pour la masse adipeuse totale (Brochu et coll., 2009). Dans la même étude, le tour de taille a aussi diminué significativement avec l'ajout d'un entraînement en résistance. Selon certaines données, l'entraînement en résistance combiné à une diète hypocalorique serait une approche efficace afin de mobiliser le tissu adipeux sous-cutané abdominal (Brochu et coll., 2009; Castaneda et coll., 2002). Finalement, la tension exercée sur les os pendant l'entraînement en résistance préviendrait aussi la diminution de la densité minérale osseuse pendant une diète hypocalorique (Shah et coll., 2011).

1.5.3 Entraînement en résistance durant une diète riche en protéines

Un apport élevé en protéines lors d'un entraînement en résistance favorise les gains en masse musculaire (W. W. Campbell et coll., 1999; Cermak et coll., 2012; Deibert et coll., 2011; Finger et coll., 2015; Malafarina, Uriz-Otano, Iniesta et Gil-Guerrero, 2013). La combinaison des deux approches favorise aussi une amélioration plus importante de la force musculaire que l'entraînement seul (Cermak et coll., 2012). Daly et coll. (2014) ont aussi observé le même phénomène en comparant l'entraînement en résistance combiné soit à un supplément de viande rouge maigre, soit à un supplément de pâte et de riz; le groupe consommant de la viande rouge maigre a démontré des gains en force de 18% supérieurs comparativement aux participants du groupe consommant du riz et des pâtes. Cette différence serait expliquée par une diminution plus marquée des concentrations d'IL-6 et de TNF- α , et une augmentation de l'IGF-1 avec la combinaison de l'entraînement en résistance et de la diète riche en protéines (Daly et coll., 2014). Puis, tel que décrit à la section 1.3.2, des concentrations élevées de cytokines pro-inflammatoires sont associées à une diminution de la force musculaire (Miller et Wolfe, 2008; Schaap et coll., 2009; Schaap et coll., 2006; Schrager et coll., 2007). Il est à noter que l'entraînement en résistance seul n'amène pas de changement dans les concentrations de TNF- α , d'IL-6

et de CRP (Conraads et coll., 2002; Libardi, De Souza, Cavaglieri, Madruga et Chacon-Mikahil, 2012). Il semblerait donc que ce soit la combinaison des deux approches qui favoriserait la diminution des marqueurs inflammatoires. Ce genre d'intervention peut aussi engendrer une perte de tissu adipeux significativement plus élevée comparativement à l'entraînement en résistance seule (Daly et coll., 2014; Finger et coll., 2015).

1.5.4 Entraînement en résistance durant une restriction calorique riche en protéines

À notre connaissance, cinq études ont étudié la combinaison de toutes les approches décrite dans les sections précédentes (Demling et DeSanti, 2000; Layman et coll., 2005; Verreijen et coll., 2015; Wycherley et coll., 2010a, 2010b).

Layman et coll. (2005) ont observé une perte de tissu adipeux significativement plus élevée avec une diète hypocalorique riche en protéines combinée à un entraînement en résistance chez les femmes en surpoids, comparativement aux autres groupes d'intervention sans entraînement en résistance et/ou sans diète riche en protéines. Dans cette étude, l'entraînement en résistance a aussi favorisé le maintien de la masse maigre ($p < 0,01$) (Layman et coll., 2005). Les auteurs suggèrent que l'entraînement en résistance et la diète riche en protéines ont des effets indépendants et additifs sur la composition corporelle durant une restriction calorique. La force musculaire n'a cependant pas été mesurée dans cette étude.

Dans une étude utilisant un design similaire, Wycherley et coll. (2010a) ont observé une augmentation de la force musculaire ainsi qu'une réduction poids, du tour de taille et de la masse adipeuse chez des individus obèses souffrant de diabète de type 2. Les résultats n'étaient cependant pas significativement différents de ceux du groupe utilisant une restriction calorique combinée à un entraînement en résistance. De plus, la perte de masse maigre était similaire pour tous les groupes. Les auteurs suggèrent que cette perte de masse maigre pourrait être dû à un apport insuffisant en

protéines (Wycherley et coll., 2010a). Dans une deuxième étude utilisant la même intervention, le groupe de Wycherley et coll. a étudié les effets de la prise d'un supplément en protéines dans les minutes précédant un entraînement en résistance ou deux heures après chez des patients diabétiques (Wycherley et coll., 2010b). Les auteurs ont conclu que le moment de la prise de suppléments n'avait pas d'impact significatif. Ceci dit, les résultats sur la force musculaire et la composition corporelle sont similaires à ceux de leur précédente étude (Wycherley et coll., 2010a).

Verreijen et coll. (2015) ont étudié les effets d'un supplément de protéines, de leucine et de vitamines D durant un entraînement en résistance combiné à une diète hypocalorique chez des aînés âgés en moyenne de 63 ans. Dans leur étude, tous les participants suivaient le même protocole d'entraînement et la même diète hypocalorique; ils étaient cependant randomisés entre un groupe avec supplément ou un groupe contrôle sans supplément. L'ajout du supplément à l'entraînement en résistance durant la diète hypocalorique n'a pas été associé à des gains en force musculaire plus élevés ou à une diminution plus importante de tissu adipeux. Les auteurs ont cependant observé une différence significative dans la masse musculaire appendiculaire entre les deux groupes (supplément: $+0,4 \pm 1,2$ kg vs contrôle: $-0,5 \pm 2,1$ kg; $p = 0,03$).

Demling et DeSanti (2000) ont également utilisé une approche combinant un entraînement en résistance, une diète hypocalorique et un supplément en protéines chez des jeunes policiers en santé. L'ajout de l'entraînement en résistance et d'un supplément en protéines à une diète hypocalorique a favorisé la perte de tissu adipeux et les gains de masse maigre. La force musculaire a aussi augmentée suite à l'entraînement en résistance (Demling et DeSanti, 2000).

1.6 Énoncé du problème de recherche et des objectifs de recherche

Les femmes obèses, sédentaires et ménopausées sont à risque élevé de souffrir de problèmes de santé et de présenter de faibles capacités physiques en vieillissant (Calle et coll., 2003; Colditz et coll., 1995; Emerging Risk Factors et coll., 2011; Stuck et coll., 1999; Willett et coll., 1995). Afin de réduire les conséquences de ces problèmes, cette population peut bénéficier d'une intervention visant à améliorer leur force musculaire et à améliorer leur composition corporelle (diminuer la masse adipeuse tout en maintenant la masse maigre) (Meckling et Sherfey, 2007). Chez cette population, l'entraînement en résistance seul constitue le meilleur moyen afin d'augmenter la force musculaire. Cependant, les effets sur la masse adipeuse sont minimes, voire inexistantes (American College of Sports et coll., 2009; Brochu et coll., 2009; Leite, Prestes, Pereira, Shiguemoto et Perez, 2010). D'autre part, la restriction calorique constitue un excellent moyen de réduire la masse adipeuse (Eshghinia et Mohammadzadeh, 2013; Franz et coll., 2007; E. J. Masoro, 2005). Ceci dit, des pertes de force et de masse musculaire sont observées (Bouchard, Soucy, et coll., 2009; Delmonico et coll., 2009).

Un apport en protéines plus élevé lors d'une diète hypocalorique augmente la perte de tissus adipeux et réduit la perte de masse maigre chez les moins de 60 ans (Krieger et coll., 2006). Chez les aînés, la combinaison de l'entraînement en résistance à une diète hypocalorique riche en protéines est également associée à une augmentation de la force musculaire et une diminution de la masse adipeuse. Toutefois, ce type d'intervention ne permet pas toujours de minimiser la perte de masse maigre (Verreijen et coll., 2015; Wycherley et coll., 2010a). La source des protéines (végétale vs animale) pourrait en être la cause selon certaines données (Lord et coll., 2007; Roberts et Zaloga, 1994).

1.7 Hypothèse de recherche

Chez des femmes ménopausées obèses et sédentaires, l'ajout d'un entraînement en résistance durant une diète hypocalorique riche en protéines d'origine animale sera associé à une augmentation significative de la force musculaire tout en favorisant une perte de masse adipeuse et le maintien de la masse maigre comparativement à une intervention sans exercice.

2. CHAPITRE 2 - MÉTHODOLOGIE

Le présent projet de maîtrise utilise des données du projet «SOMET pilote» ayant pour but principal d'observer les effets d'un entraînement en résistance et d'une diète hypocalorique enrichie en protéines animales chez des femmes ménopausées, obèses et sédentaires présentant des anormalités métaboliques. Pour les objectifs du présent mémoire, nous nous sommes principalement intéressés aux améliorations de la force musculaire, ainsi certaines mesures effectuées dans le projet principal ne seront pas abordées.

2.1 Population à l'étude

Treize femmes ménopausées (aménorrhée depuis au moins 12 mois) âgées entre 60 et 75 ans et ayant un indice de masse corporelle (IMC) entre 27 et 40 kg*m⁻² ont été recrutées. Elles devaient 1) être sédentaires (moins de deux activités physiques structurées par semaine), 2) non-fumeuses, 3) consommer de l'alcool de façon faible ou modérée (≤ 2 consommation / jour), 4) avoir une circonférence de taille > 88 cm, 5) devaient présenter au moins un facteur du syndrome métabolique (Grundy et coll., 2004) [taux de triglycérides sanguins $\geq 1,7$ mmol/L; HDL $< 1,29$ mmol/L; pression artérielle au repos $\geq 135/85$; taux de glucose plasmatique à jeun $\geq 6,1$ mmol/L (ou présence du diabète de type II)], 6) avoir une médication stable pour ces critères du syndrome métaboliques depuis au moins 6 semaines et 7) avoir un taux d'hémoglobine glyquée (HbA1c) $< 8\%$.

Les critères d'exclusion étaient les suivants : 1) plus de trois médicaments pour l'hypertension artérielle, 2) maladies cardiovasculaires ou vasculaires périphériques dans les trois derniers mois, 3) arrêt cardiaque dans les 3 derniers mois et/ou incapacité de faire le programme d'entraînement, 4) diabète traité avec de l'insuline, 5) cancer dans les 5 dernières années (sauf celui de la peau et de la glande thyroïde),

6) hypertension artérielle au repos sévère avec un traitement stable ($> 160/95$ mmHg), 7) cholestérol sanguin > 8 mmol/L, 8) triglycérides > 10 mmol/L, 9) LDL-c > 4 mmol/L, 10) fluctuations de leur poids > 2 kg dans les six derniers mois, 11) maladies de l'hypophyse, 12) insuffisance rénale (taux de clairance de créatinine sanguin < 45 ml/min), 13) problèmes orthopédiques causant l'incapacité de compléter le programme d'entraînement et 14) apport alimentaire en protéines $< 0,8$ g/kg ou $> 1,2$ g/kg de poids corporel.

2.2 Protocole expérimental et devis de recherche

Un dépistage par téléphone a été fait préalablement pour voir si les participantes potentielles présentaient les critères d'inclusion ou d'exclusion. Si elles étaient éligibles au projet, un formulaire de consentement (Annexe 1) leur était envoyé. Une fois incluses, elles se présentaient au *Centre de Recherche sur le Vieillessement* (CDRV) pour la Visite 1 du projet. Cette visite avait pour but premier de confirmer l'éligibilité des participantes avec une analyse des critères d'inclusion et d'exclusion en présence du sujet et par des analyses sanguines. Avant l'intervention, les participantes devaient se présenter au CDRV pour 4 visites afin de prendre différentes mesures. De plus, leur poids ne devait pas varier de plus de 2 kg pendant la phase préliminaires et lors de la phase de test après le programme.

La pression artérielle de repos a été prise en position assise avec un sphygmomanomètre électronique (Dinamap, Critikon, Johnson & Johnson, Tampa, Floride) à chaque visite pour s'assurer que les valeurs étaient normales selon la procédure standard (Beevers, Lip et O'Brien, 2001). La fréquence cardiaque de repos a été prise au même moment. À la troisième visite, les participantes étaient aléatoirement distribuées dans un des deux groupes expérimentaux (Figure 3). Elles commençaient l'étude le lundi suivant leur quatrième visite. L'intervention était d'une durée de 16 semaines. Une prise des mesures était faite à la mi-intervention afin de quantifier les changements de masse maigre et adipeuse et d'ajuster le plan

alimentaire (au besoin). La structure du devis de recherche est illustrée dans la Figure 2. La périodisation des mesures est présentée dans l'Annexe 2.

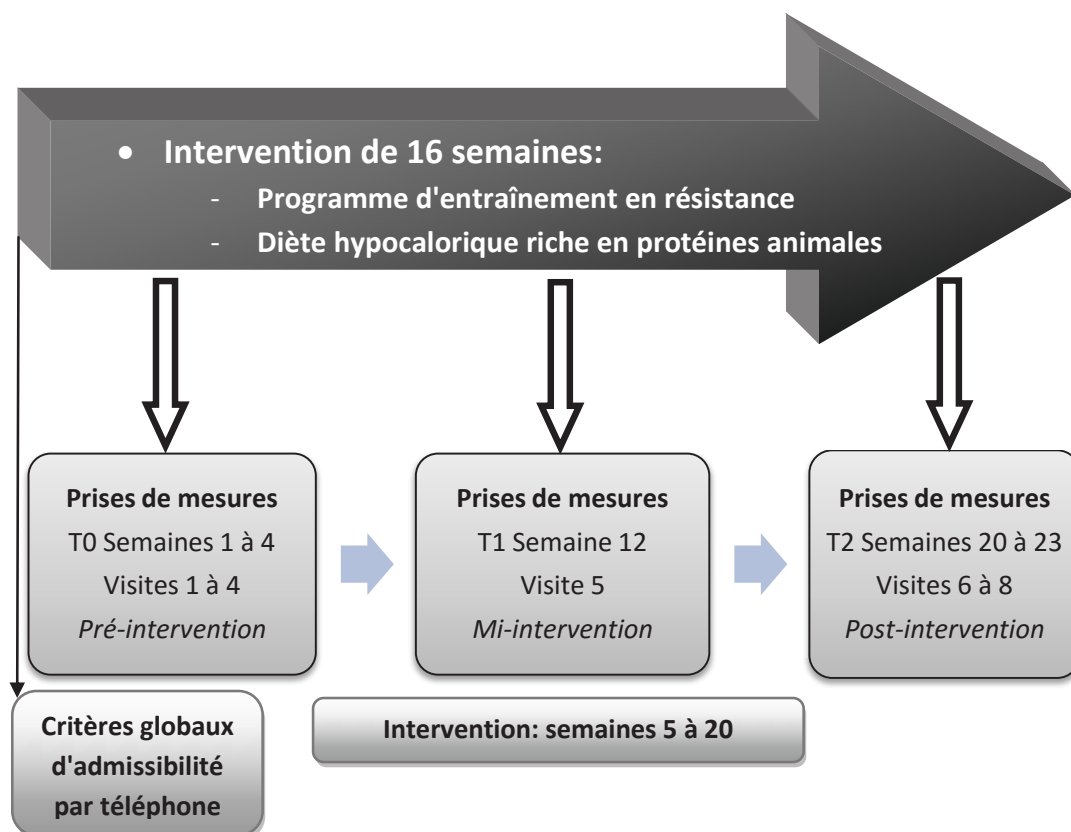


Figure 2. Structure du devis de recherche

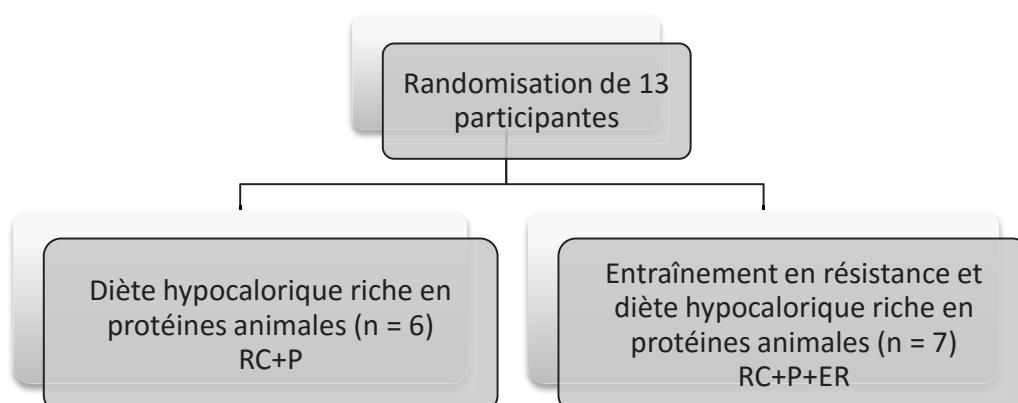


Figure 3. Groupes d'intervention

2.3 Intervention

2.3.1 Programme d'entraînement en résistance

Les participantes du groupe RC+P+ER effectuaient le même protocole d'entraînement en résistance sur appareils avec poulies. Elles devaient se présenter à la salle de conditionnement physique du CDRV trois fois par semaine (lundi, mercredi et vendredi) pour effectuer leur programme d'exercices d'une durée de 45 à 75 minutes. Le projet comportaient deux programmes d'exercice différents d'une durée de 8 semaines chacun (Annexe 3). Le but de ce changement de programme est d'éviter les plateaux d'amélioration ainsi que d'optimiser les gains en force musculaire. L'intervention durait 16 semaines au total. Chaque séance débutait avec un échauffement de 6 minutes sur tapis roulant à une vitesse de marche confortable. Ensuite, les femmes commençaient le programme d'entraînement en résistance. Ce dernier comportait 7 exercices couvrant tous les groupes musculaires principaux. Les participantes effectuaient 2 séries de 12 répétitions pour les exercices utilisant les membres supérieurs, puis 2 séries de 15 répétitions pour les exercices utilisant les membres inférieurs et les abdominaux. Un temps de repos de 60 à 90 secondes était utilisé entre chaque série d'exercices.

Chaque séance d'entraînement était supervisée par un kinésiologue; lequel s'assurait de la bonne exécution des exercices ainsi que de la progression des charges. Les charges initiales étaient déterminées et ajustées dans la première semaine d'entraînement. Durant cette semaine, les participantes n'effectuaient qu'une série par exercice afin de s'habituer au mouvement et pour minimiser le risque d'inconfort et de blessure. Par la suite, à chaque vendredi, le kinésiologue présent tentait d'augmenter légèrement les charges pour chaque exercice. Si les participantes pouvaient faire les 12 à 15 répétitions demandées avec le nouveau poids, ce dernier était utilisé pour les prochaines séances jusqu'à la prochaine progression.

Tableau 6.

Programmes d'entraînement en résistance

<i>Semaines 1 à 8</i>	<i>Semaines 9 à 16</i>	<i>Groupes musculaires sollicités</i>
Programme #1	Programme #2	
Développés-couchés sur banc à l'horizontal - mains en pronation	Presses pectorales horizontale debout - mains en pronation	Pectoraux, deltoïdes, triceps
Tirades verticales à la poulie haute - mains en pronation	Tirage horizontal à la poulie basse - supination	Grand dorsal, trapèzes, biceps
Squats avec poulie	Squats pieds larges avec poulie	Quadriceps, fessiers, ischio-jambiers
Flexions des genoux avec poulie	Extensions de la hanche avec poulie	Ischio-jambiers, fessiers
Extensions des coudes à la poulie debout - mains en pronation	Extensions des coudes à la poulie sur banc incliné	Triceps
Flexions des coudes à la poulie debout - mains en supination	Flexions des coudes debout - mains en prise neutre	Biceps
Flexions du tronc avec poulie sur banc incliné	Flexions du tronc avec poulie sur banc incliné	Abdominaux

2.3.2 Programme nutritionnel

Les participantes devaient respecter un déficit calorique de 500 à 1000 kcal par jour pendant la phase de perte de poids afin de viser une perte de poids de 1 à 2 livres par semaine (Arguin et coll., 2008; Brochu et coll., 2009; Brochu et coll., 2003). Elles étaient également encouragées à boire beaucoup d'eau afin de prévenir la déshydratation et les problèmes de constipation. Les plans alimentaires étaient élaborés en fonctions des habitudes alimentaires et des préférences des participantes. Le calcul de la restriction calorique quotidienne a été déterminé en fonction du métabolisme de repos des participantes (obtenu par calorimétrie indirecte) mesuré avant l'intervention. Le métabolisme de repos a été extrapolé sur une période de 24 heures (kcal/min X 1440 min, pour obtenir les besoins énergétiques de base en

kcal/jour) et multiplié par un facteur d'activité physique de 1.4; ce qui correspond à un niveau d'activité physique sédentaire (Arguin et coll., 2008; Brochu et coll., 2009; Brochu et coll., 2003). Cet estimé nous a permis d'obtenir une estimation de la dépense énergétique quotidienne (DEQ en kcal/jour) pour chaque participante débutant le programme de restriction calorique.

L'utilisation du métabolisme de repos n'est pas toujours appropriée pour déterminer l'objectif de perte de poids puisqu'il est possible que les recommandations nutritionnelles basées sur celui-ci n'induisent pas une perte de poids équivalente à 1 livre par semaine (Menozzi et coll., 2000; O'Connor, Gibney et Roche, 2010; van Dale et Saris, 1989). Afin d'éviter cette problématique potentielle, deux stratégies ont été utilisées. La première, était le réajustement de la restriction calorique par la nutritionniste lors des rencontres nutritionnelles aux deux semaines. À cet effet, chaque participante devait remplir quotidiennement un journal alimentaire de bord simplifié, et ce tout au long du programme de perte de poids. Elles devaient apporter ce journal alimentaire de bord simplifié lors des rencontres nutritionnelles. La deuxième stratégie consistait à mesurer le métabolisme de repos et de la composition corporelle (par DXA) à mi-chemin (12^{ème} semaine) pendant l'intervention. Ces deux stratégies ont permis d'ajuster la restriction calorique rapidement, lorsque nécessaire.

La restriction calorique était élaborée de sorte que les participantes consommaient environ 55% de glucides, 30% de lipides et 15% de protéines, tel que recommandé par le guide alimentaire canadien (Santé Canada, 2015) et la *American Heart Association* (Krauss et coll., 2000). Pour les besoins de l'étude, nous avons ajouté des collations riches en protéines animales à la diète hypocalorique des participantes; cela correspondait à l'ajout d'une portion de produit laitier d'origine animale faible en gras et de 2 oz de viandes maigres ou de fromage faibles en gras par jour (pour un total de 25g de protéines supplémentaires chaque jour). Ces collations étaient comptabilisées dans le déficit calorique quotidien. Il était également demandé aux femmes du groupe qui s'entraînaient de prendre une collation protéinée dans les

deux heures suivant leur entraînement afin d'optimiser l'augmentation de la synthèse protéique musculaire potentielle (Esmarck et coll., 2001; Koopman et van Loon, 2009). La répartition énergétique finale quotidienne correspondait à environ 20 à 30% de protéines, 45 à 50% de glucides, 25 à 30% de lipides, tout dépendant des sujets. Les participantes étaient invitées à assister à des ateliers nutritionnels donnés par une nutritionniste sur les bénéfices d'une diète saine et équilibrée à toutes les deux semaines. Ces ateliers permettaient de faire le suivi du poids des participantes, de leur permettre de poser des questions et de partager leurs expériences avec les autres, ainsi que d'ajuster les plans alimentaires s'il y a lieu. Aucune présentation n'a été faite sur les protéines afin d'éviter un biais dans l'étude.

2.4 Mesures de l'étude

2.4.1 Force musculaire - Variable d'intérêt

La force maximale des participantes a été évaluée avec des tests de 1-RM (une répétition maximale) pour trois exercices (développé-couché sur banc à l'horizontal - mains en pronation sur machine, la poussée des membres inférieurs assis sur machine et la tirade verticale à la poulie haute - mains en pronation). Ce type de test évalue, pour un mouvement donné, la charge maximale qu'un individu peut déplacer lors d'une seule répétition. Le test se faisait selon la procédure suggéré par l'American College of Sports Medicine (ACSM, 2010). Nous utilisons ensuite l'équation de Whatan pour estimer la force maximale du mouvement donné : $1\text{-RM} = 100 * \text{poids (lbs)} / (48.8 + 53.8 * e^{(-0.075 * \text{nombre de répétitions})})$. Cette équation est valide si le nombre de répétition se situe entre deux et dix ($r > 0,95$) (Lesuer, 1997). Finalement, les tests de 1-RM ont été exécutés avant l'intervention et à la fin de l'intervention afin de voir les effets de l'entraînement en résistance sur la force maximale des participantes.

La valeur brute mesurée grâce à ce test nous donne la force musculaire maximale absolue sur un mouvement donné. Afin de comparer des participantes de

gabarits différents, nous avons également utilisé la force musculaire maximale corrigée pour leur poids et pour leur masse maigre. Le calcul de ces valeurs de force se fait de la façon suivante: force musculaire maximale absolue (en kg) / poids corporel (en kg) = force musculaire maximale corrigée pour le poids corporel. Nous obtenons ainsi un ratio qui permettra une comparaison plus juste des groupes d'intervention. Afin d'alléger le texte, la force musculaire maximale absolue sera désormais désignée comme étant la force absolue; puis la force musculaire maximale corrigée pour le poids et pour la masse maigre des participantes comme étant la force relative au poids ou la force relative à la masse maigre.

2.4.2 Masses adipeuse et maigre - Variables d'intérêt

L'absorptiométrie bi-photonique à rayons-x (DXA, Lunar Prodigy, General Electric, USA) a été utilisé pour quantifier la masse adipeuse, la masse maigre et la masse osseuse pour le tronc, les membres supérieurs et les membres inférieurs (Annexe 4). Le coefficient de variation pour la masse adipeuse, la masse maigre et la densité minérale osseuse chez 10 sujets adultes mesurées sur un intervalle de 10 jours est de 4,7%, de 1,1% et de 0,9% respectivement dans notre laboratoire (Brochu et coll., 2009). Pour les objectifs de ce mémoire, seules les masses adipeuse et maigre seront couvertes.

2.4.3 Mesures anthropométriques - Variables de contrôle

La circonférence de la taille a été mesurée à l'aide d'un ruban à mesurer au 0.1 cm près; tandis que la taille a été mesurée à l'aide d'un stadiomètre mural (Takei, Tokyo, Japon), tel que décrit précédemment (Brochu et coll., 2009). Le poids fut mesuré au 0.02 kg près à l'aide d'une balance électronique (SECA707, Hambourg, Germany) (Aubertin-Leheudre, Lord, Khalil et Dionne, 2007). Par la suite, l'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé à l'aide de la formule suivante : $IMC = \text{masse (kg)} / \text{taille}^2 (\text{m}^2)$ (OMS, 2012).

2.4.4 Apport alimentaire - Variable de contrôle

Au début et à la fin de l'intervention, chaque participante devait remplir un journal alimentaire sur 3 jours non-consécutifs incluant un jour de fin de semaine. Les femmes devaient mesurer et peser chaque aliment et chaque liquide qu'elles consommaient pendant ces trois journées. Une balance leur était fournie pour que les mesures soient le plus précises possibles. Les journaux alimentaires étaient utilisés par la nutritionniste afin d'estimer les apports quotidiens en macronutriments et en micronutriments, ainsi que l'apport énergétique quotidien pour atteindre les objectifs de perte de poids visés. De cette façon, elle pouvait adapter la diète des deux groupes pour induire un déficit calorique de 500 à 1000 kcal par jour. Le journal pré-intervention nous permettait aussi d'exclure éventuellement les participantes qui consommaient trop ou pas suffisamment de protéines alimentaires (voir critères d'exclusion).

2.4.5 Métabolisme de repos - Variable de contrôle

Le métabolisme de repos a été mesuré par calorimétrie indirecte à l'aide de l'appareil *CCM Express* (MGC Diagnostics, Minnesota, États-Unis), tel que décrit précédemment (Brochu et coll., 2009). L'appareil était calibré le matin avant le test. Les participantes devaient respecter certaines directives préliminaires: 1) être à jeûne pendant douze heures avant le test (elles ne pouvaient boire que de l'eau), 2) ne pas boire d'alcool ou fumer vingt-quatre heures avant le test, 3) ne pas participer à une activité physique vingt-quatre heures avant le test et 4) maintenir leur niveau d'activité physique le matin même à un minimum (pas d'essoufflement ou de sudation). Les participantes étaient étendues pendant 30 minutes consécutives sans s'endormir, sans parler et en bougeant le moins possible. Les concentrations d'O₂ et de CO₂ étaient analysées. La moyenne des données des 15 dernières minutes a été calculé pour ensuite être extrapolées sur une période de vingt-quatre heures (kcal/min * 1440 min).

2.5 Analyses statistiques

Compte-tenu du nombre limité de participantes ($n = 13$), des analyses non-paramétriques ont été choisies. Le test de U de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les moyennes entre les groupes en pré-intervention et en post-intervention. Le test des rangs signés de Wilcoxon a été utilisé pour comparer l'effet du traitement pour chacun des groupes respectivement. Le seuil de signification utilisé était de $P \leq 0,05$.

3. CHAPITRE 3 - RÉSULTATS

Avant l'intervention, les moyennes des deux groupes n'étaient pas significativement différentes pour toutes les mesures (Tableau 7). Après l'intervention, les moyennes des deux groupes n'étaient toujours pas significativement différentes pour toutes les variables d'intérêt, malgré une tendance pour la force maximale absolue sur la tirade verticale à la poulie haute ($p = 0,07$) (Tableau 7). Cependant, en comparant chacun des groupes par rapport à lui-même, nous observons quelques différences significatives. Dans le groupe RC+P+ER (Tableau 8), nous observons des différences significatives entre le début et la fin de l'intervention pour le poids ($-4,8 \pm 2,4$ kg; $p = 0,02$) et la masse adipeuse ($-4,5 \pm 2,8$ kg; $p = 0,03$), et aucune différence significative pour la masse maigre. Ensuite, nous remarquons des différences significatives dans les mesures de force absolue ($+4,0 \pm 2,6$ kg; $p = 0,02$), la force relative au poids ($+0,09 \pm 0,25$; $p = 0,02$) et la force relative à la masse maigre ($+0,11 \pm 0,07$; $p = 0,02$) pour la tirade verticale à la poulie haute. Nous pouvons également observer une tendance à la différence significative pour la quantité de calories ingérée quotidiennement (-484 ± 558 kcal/jour; $p = 0,06$). Dans le groupe RC+P (Tableau 9), nous observons aussi des différences significatives entre le début et la fin de l'intervention pour le poids ($-8,6 \pm 2,9$ kg; $p = 0,03$) et la masse adipeuse ($-8,4 \pm 2,2$ kg; $p = 0,03$); et aucune différence significative pour la masse maigre. On note également une diminution significative pour la quantité de calories ingérées (-259 ± 97 kcal/jour; $p = 0,03$). Concernant les mesures de force musculaire, on observe une diminution de la force absolue ($-3,1 \pm 3,0$ kg; $p = 0,03$) et relative à la masse maigre ($-0,08 \pm 0,07$; $p = 0,03$) pour le développé couché. La force relative au poids corporel a augmenté significativement ($+0,07 \pm 0,03$; $p = 0,03$) pour la tirade verticale à la poulie haute. Finalement, la force relative au poids corporel a également augmenté significativement pour la poussée des membres inférieurs assis sur machine ($+0,20 \pm 0,08$; $p = 0,03$).

Tableau 7.

Résultats pour les deux groupes au début et à la fin de l'étude.

	<i>PRE</i>			<i>POST</i>		
	RC+P+ER (n = 7)	RC+P (n = 6)	<i>P</i>	RC+P+ER (n = 7)	RC+P (n = 6)	<i>P</i>
Âge	63,7 ± 2,6	66,5 ± 2,5	NS	63,7 ± 2,6	66,5 ± 2,5	NS
Composition corporelle						
Taille (cm)	154,6 ± 8,6	158,36 ± 6,3	NS	154,6 ± 8,6	158,4 ± 6,3	NS
Poids (kg)	77,2 ± 8,3	79,2 ± 8,9	NS	72,4 ± 8,0	70,7 ± 6,6	NS
Masse adipeuse (kg)	34,5 ± 6,1	35,2 ± 6,0	NS	30,1 ± 4,7	26,8 ± 4,5	NS
Masse maigre (kg)	39,7 ± 4,4	40,6 ± 3,4	NS	39,4 ± 4,9	40,8 ± 3,8	NS
Tour de taille (cm)	102,8 ± 5,9	104,7 ± 6,6	NS	101,8 ± 5,3	98,0 ± 6,1	NS
Apport alimentaire						
Calories (kcal/jour)	2003 ± 583	1804 ± 206	NS	1519 ± 289	1544 ± 288	NS
Protéines (g)	92,4 ± 23,2	83,4 ± 14,1	NS	77,5 ± 19,5	87,9 ± 15,1	NS
Mesures de force						
1-RM DC (kg)	30,2 ± 3,7	27,7 ± 6,5	NS	31,1 ± 10,3	24,6 ± 7,1	NS
DC (kg) / Poids total (kg)	0,39 ± 0,04	0,36 ± 0,13	NS	0,44 ± 0,18	0,36 ± 0,14	NS
DC (kg) / MM (kg)	0,76 ± 0,05	0,69 ± 0,22	NS	0,80 ± 0,31	0,62 ± 0,22	NS
1-RM TV (kg)	37,7 ± 2,8	38,0 ± 3,4	NS	41,7 ± 3,8	38,7 ± 2,0	0,07
TV (kg) / Poids total (kg)	0,49 ± 0,06	0,49 ± 0,07	NS	0,58 ± 0,05	0,55 ± 0,07	NS
TV (kg) / MM (kg)	0,96 ± 0,09	0,94 ± 0,11	NS	1,06 ± 0,07	0,96 ± 0,11	NS
1-RM PMI (kg)	112,1 ± 33,1	101,5 ± 14,3	NS	110,2 ± 27,5	104,6 ± 16,3	NS
PMI (kg) / Poids total (kg)	1,47 ± 0,46	1,31 ± 0,32	NS	1,55 ± 0,46	1,51 ± 0,37	NS
PMI (kg) / MM (kg)	2,85 ± 0,85	2,53 ± 0,50	NS	2,84 ± 0,79	2,59 ± 0,56	NS

Les résultats sont présentés selon la moyenne et l'écart-type.

RC = Restriction calorique; P = Supplément de protéines; ER = Entraînement en résistance; CMO = Contenu minéral osseux; DMO = Densité minérale osseuse. 1-RM = Répétition maximale; DC = Développé-couché sur banc à l'horizontal; MM = Masse maigre; TV = Tirade verticale à la poulie haute; PMI = Poussée des membres inférieurs assis sur machine.

Tableau 8.
Mesures pré et post-intervention du groupe RC+P+ER.

	PRE	POST	Δ	P
Composition corporelle				
Poids (kg)	77,2 \pm 8,3	72,4 \pm 8,0	-4,8 \pm 2,4	0,02
Masse adipeuse (kg)	34,5 \pm 6,1	30,1 \pm 4,7	-4,5 \pm 2,8	0,03
Masse maigre (kg)	39,7 \pm 4,4	39,4 \pm 4,9	-0,2 \pm 1,1	NS
Tour de taille (cm)	102,8 \pm 5,9	101,8 \pm 5,3	-1,0 \pm 4,3	NS
Apport alimentaire				
Calories (kcal/jour)	2003 \pm 583	1519 \pm 289	-484 \pm 558	0,06
Protéines (g)	92,4 \pm 23,2	77,5 \pm 19,5	-14,9 \pm 23,5	NS
Mesures de force				
1-RM DC (kg)	30,2 \pm 3,7	31,1 \pm 10,3	0,8 \pm 11,5	NS
DC (kg) / Poids total (kg)	0,39 \pm 0,04	0,44 \pm 0,18	0,05 \pm 0,16	NS
DC (kg) / MM (kg)	0,76 \pm 0,05	0,80 \pm 0,31	0,04 \pm 0,32	NS
1-RM TV (kg)	37,7 \pm 2,8	41,7 \pm 3,8	4,0 \pm 2,6	0,02
TV (kg) / Poids total (kg)	0,49 \pm 0,06	0,58 \pm 0,05	0,09 \pm 0,25	0,02
TV (kg) / MM (kg)	0,96 \pm 0,09	1,06 \pm 0,07	0,11 \pm 0,07	0,02
1-RM PMI (kg)	112,1 \pm 33,1	110,2 \pm 27,5	-1,9 \pm 23,2	NS
PMI (kg) / Poids total (kg)	1,47 \pm 0,46	1,55 \pm 0,46	0,08 \pm 0,28	NS
PMI (kg) / MM (kg)	2,85 \pm 0,85	2,84 \pm 0,79	-0,01 \pm 0,65	NS

Les résultats sont présentés selon la moyenne et l'écart-type.

RC = Restriction calorique; P = Supplément de protéines; ER = Entraînement en résistance; CMO = Contenu minéral osseux; DMO = Densité minérale osseuse. 1-RM = Répétition maximale; DC = Développé-couché sur banc à l'horizontal; MM = Masse maigre; TV = Tirade verticale à la poulie haute; PMI = Poussée des membres inférieurs assis sur machine.

Tableau 9.
Mesures pré et post-intervention du groupe RC+P.

	PRE	POST	Δ	P
Composition corporelle				
Poids (kg)	79,2 \pm 8,9	70,7 \pm 6,6	-8,6 \pm 2,9	0,03
Masse adipeuse (kg)	35,2 \pm 6,0	26,8 \pm 4,5	-8,4 \pm 2,2	0,03
Masse maigre (kg)	40,6 \pm 3,4	40,8 \pm 3,8	0,2 \pm 1,4	NS
Tour de taille (cm)	104,7 \pm 6,6	98,0 \pm 6,1	-6,7 \pm 6,6	NS
Apport alimentaire				
Calories (kcal/jour)	1804 \pm 206	1544 \pm 288	-259 \pm 97	0,03
Protéines (g)	83,4 \pm 14,1	87,9 \pm 15,1	5,5 \pm 19,1	NS
Mesures de force				
1-RM DC (kg)	27,7 \pm 6,5	24,6 \pm 7,1	-3,1 \pm 3,0	0,03
DC (kg) / Poids total (kg)	0,36 \pm 0,13	0,36 \pm 0,14	0,00 \pm 0,04	NS
DC (kg) / MM (kg)	0,69 \pm 0,22	0,62 \pm 0,22	-0,08 \pm 0,07	0,03
1-RM TV (kg)	38,0 \pm 3,4	38,7 \pm 2,0	0,7 \pm 2,4	NS
TV (kg) / Poids total (kg)	0,49 \pm 0,07	0,55 \pm 0,07	0,07 \pm 0,03	0,03
TV (kg) / MM (kg)	0,94 \pm 0,11	0,96 \pm 0,11	0,02 \pm 0,07	NS
1-RM PMI (kg)	101,5 \pm 14,3	104,6 \pm 16,3	3,1 \pm 6,5	NS
PMI (kg) / Poids total (kg)	1,31 \pm 0,32	1,51 \pm 0,37	0,20 \pm 0,08	0,03
PMI (kg) / MM (kg)	2,53 \pm 0,50	2,59 \pm 0,56	0,06 \pm 0,15	NS

Les résultats sont présentés selon la moyenne et l'écart-type.

RC = Restriction calorique; P = Supplément de protéines; ER = Entraînement en résistance; CMO = Contenu minéral osseux; DMO = Densité minérale osseuse. 1-RM = Répétition maximale; DC = Développé-couché sur banc à l'horizontal; MM = Masse maigre; TV = Tirade verticale à la poulie haute; PMI = Poussée des membres inférieurs assis sur machine.

4. CHAPITRE 4 – DISCUSSION

Les femmes ménopausées obèses et sédentaires sont à risque élevé de problèmes de santé comme la dynapénie et l'obésité (Calle et coll., 2003; Colditz et coll., 1995; Emerging Risk Factors et coll., 2011; Stuck et coll., 1999; Willett et coll., 1995). Ces problèmes de santé sont associés à une augmentation des risques de chutes, de fractures, d'hospitalisation, de dépendance physique, de déclin cognitif, d'institutionnalisation et de mortalité (Lyyra et coll., 2005; Montero-Odasso et coll., 2005; Studenski et coll., 2003; Woo et coll., 1999). Afin de réduire l'ensemble de ces problèmes, cette population pourrait bénéficier d'une intervention visant à améliorer la force musculaire et la composition corporelle (diminution la masse adipeuse tout en maintenant la masse maigre) (Meckling et Sherfey, 2007). Chez cette population, l'entraînement en résistance constitue le meilleur moyen afin d'augmenter la force musculaire, mais ses effets sur la masse adipeuse sont minimes ou inexistant (American College of Sports et coll., 2009; Brochu et coll., 2009; Leite et coll., 2010). Par contre, la restriction calorique constitue un excellent moyen de réduire la masse adipeuse (Eshghinia et Mohammadzadeh, 2013; Franz et coll., 2007; E. J. Masoro, 2005). Cependant, des pertes de force musculaire sont observées dues à une perte de masse musculaire avec ce type d'intervention (Bouchard, Soucy, et coll., 2009; Delmonico et coll., 2009).

L'ajout de protéines à une diète hypocalorique favorise une perte plus importante de tissus adipeux et minimise la perte de masse maigre (Krieger et coll., 2006). Chez les aînés, la combinaison d'un entraînement en résistance et d'une diète hypocalorique riche en protéines augmente la force musculaire et diminue la masse adipeuse de façon plus importante comparativement à l'une ou l'autre des interventions prise individuellement; la combinaison des deux interventions ne permet cependant pas toujours de minimiser la perte de masse maigre (Verreijen et coll., 2015; Wycherley et coll., 2010a). La source des protéines (végétale vs animale)

pourrait expliquer ces observations (Lord et coll., 2007; Roberts et Zaloga, 1994). À notre connaissance, la force musculaire n'a pas été spécifiquement observée lors d'un entraînement en résistance combiné à une diète hypocalorique riche en protéines d'origine animale. Nous avons donc émis l'hypothèse que l'ajout d'un entraînement en résistance durant une diète hypocalorique riche en protéines d'origine animale augmenterait la force musculaire chez des femmes ménopausées obèses et sédentaires; et ce tout en favorisant une perte plus importante de tissu adipeux et le maintien de la masse maigre.

Nos résultats indiquent qu'il n'y avait pas de différence significative entre les groupes pour les variables d'intérêt au début et à la fin de l'étude. Par contre, en comparant l'effet du traitement pour chaque groupe, nous avons eu des résultats significatifs. Tout d'abord, pour le groupe RC+P+ER, la force absolue et relative au poids et à la masse maigre pour la tirade vertical à la poulie haute a augmentée significativement ($p = 0,02$). L'amélioration de la force relative est expliquée par l'augmentation de la force absolue. La force musculaire n'a pas changé significativement pour les deux autres mouvements (développé couché, poussée des membres inférieurs). L'augmentation de la force est consistante avec les résultats des travaux de Wycherley et coll. (2010a; 2010b).

Pour le groupe RC+P (sans exercice), nous avons observé une diminution significative de la force absolue et relative pour le développé couché. Ce résultat est consistant avec la littérature (Brinkworth et coll., 2009; Keim et coll., 1990; Wycherley et coll., 2013). Nous avons aussi observé une augmentation de la force relative au poids corporel pour les deux autres mouvements (tirade verticale à la poulie haute et poussée des membres inférieurs). Il est possible d'expliquer ce résultat par le fait que, suite à l'intervention, la force absolue a été maintenue pour ces mouvements, tandis que le poids corporel total a significativement diminué ($8,6 \pm 2,9$ kg). D'un point de vue clinique, l'amélioration de la force relative au poids corporel peut constituer un effet positif intéressant dans certaines situations où un

individu doit exécuter des exercices/mouvements impliquant son poids corporel (se lever d'une chaise, monter des escaliers, transporter des objets, etc.).

Dans le groupe RC+P+ER, le poids ($-4,8 \pm 2,4$ kg) et la masse adipeuse ($-4,5 \pm 2,8$ kg) ont diminué significativement, tandis que la masse maigre s'est maintenue. L'amélioration de la force absolue dans ce groupe ne peut donc pas s'expliquer par une augmentation de la masse musculaire. Nous pouvons émettre l'hypothèse que les améliorations sont le résultat d'adaptations neurologiques (Arnold et Bautmans, 2014; Macaluso et De Vito, 2004; Mayer et coll., 2011). L'utilisation de méthodes permettant de mesurer et d'identifier ces adaptations neurologiques auraient été nécessaires afin de comprendre nos résultats (Arnold et Bautmans, 2014).

La masse maigre a également été maintenue dans le groupe RC+P, et ce malgré une diminution du poids ($-8,6 \pm 2,9$ kg) et de la masse adipeuse ($-8,4 \pm 2,2$ kg) environ deux fois plus importante comparativement au groupe avec entraînement. Étant donné que les deux groupes ont maintenu leur masse maigre, nous pouvons émettre l'hypothèse que le maintien est attribuable au type de protéines privilégiées dans notre étude (protéines d'origine animale). La meilleure biodisponibilité des protéines complètes d'origine animale favorise leur absorption (Roberts et Zaloga, 1994) et la stimulation de la synthèse musculaire protéique pour ainsi équilibrer le catabolisme des protéines musculaires (Tortora, 2007). Lord et coll. ont également proposé que les protéines d'origine animale serait associées à une meilleure préservation de la masse maigre (Lord et coll., 2007). Selon nos résultats, l'augmentation de l'apport en protéines aurait été suffisante pour induire un maintien de la masse maigre.

Sur la base des résultats précédents, la diminution de la force absolue dans le groupe RC+P ne peut pas être expliquée par la diminution de masse maigre. D'autres mécanismes sont obligatoirement en cause. Cependant, étant donné le design de l'étude, il nous est impossible d'identifier les mécanismes potentiels. La comparaison

du groupe RC+P avec un groupe contrôle nous permettrait possiblement de mieux comprendre nos résultats.

Comme discuté précédemment dans ce mémoire, le groupe qui ne s'entraînait pas a perdu presque deux fois plus de tissu adipeux que le groupe qui s'entraînait suite à l'intervention. Toutefois, la différence n'était pas significative entre les groupes [RC+P+ER ($-4,5 \pm 2,8$ kg; $p = 0,03$); RC+P ($-8,4 \pm 2,2$ kg; $p = 0,03$)]. Sur la base de nos résultats, il semblerait que l'entraînement en résistance pourrait interférer avec la perte de masse adipeuse induite par une restriction calorique riche en protéines d'origine animale. Certaines participantes pourraient ne pas avoir adhéré complètement à la diète recommandée. Ceci aurait été suffisant pour affecter négativement nos résultats dû au faible nombre de participante.

Plusieurs limites de notre étude doivent être rapportées. Premièrement, le nombre limité de sujets affecte la puissance statistique et donc notre capacité à voir un effet de traitement. Ceci étant dit, un des objectifs de ce projet pilote était de tester le design de l'étude de plus grande envergure. Deuxièmement, les évaluations n'ont pas été nécessairement faites par les mêmes évaluateurs. Troisièmement, les tests de force maximale étaient difficiles à administrer pour le mouvement de poussée des membres inférieurs et celui du développé-couché. Les participantes commençaient dans une position difficile pour initier ces deux tests. Ainsi, la poussée initiale était trop difficile pour les participantes, alors que les répétitions suivantes étaient beaucoup plus faciles. L'utilisation de l'équation de Wathan pour trouver le 1-RM pouvait donc donner des résultats incohérents dans certains cas. Une solution pour pallier à ce problème aurait pu être d'assister les participantes pour la première répétition afin d'initier le mouvement et de commencer à compter le nombre de répétition à partir de la deuxième poussée.

Ce projet pilote comporte également plusieurs forces. Pour commencer, la même nutritionniste a élaboré les plans alimentaires et analysé les journaux

alimentaires tout au long du projet, et ce pour chaque participante. Les rencontres bimensuelles des participantes avec la nutritionniste permettaient également d'assurer un contrôle rigoureux de la diète. Nous étions ainsi en mesure d'adapter le plan alimentaire rapidement si une participante avait de la difficulté à le respecter. Notre programme d'entraînement constituait aussi une force de cette étude. En modifiant le programme après huit semaines d'intervention, nous minimisions les risques d'un plateau dans la progression de la force musculaire. De plus, les kinésiologues responsables de l'entraînement s'assuraient que les participantes maintenaient un niveau de difficulté constant en augmentant la charge de travail selon la procédure établie. Puis, même si le kinésiologue qui supervisait l'entraînement pouvait changer d'une journée à l'autre, c'était toujours le même qui déterminait si une participante devait augmenter sa charge de travail. Finalement, la progression de l'entraînement était individualisée pour chaque participante selon sa capacité de travail et pour s'assurer d'un travail optimal lors des entraînements.

D'un point de vue clinique, les résultats de notre étude présente des options intéressantes. Il est important de prendre en considération les objectifs et préférences du client, sa situation financière, le temps qu'il est prêt à investir dans l'intervention et sa prédisposition à l'adhérence d'une intervention en activité physique et/ou nutritionnelle. Si la perte de masse adipeuse est l'objectif premier, une diète hypocalorique riche en protéines d'origine animale constituerait la meilleure approche. La combinaison avec un entraînement en résistance pourrait interférer avec l'objectif premier. Si l'augmentation de la force est l'objectif principal, l'entraînement en résistance constitue évidemment une meilleure option. Il ne faut cependant pas oublier que la situation de santé dans laquelle le client se présente constitue le résultat de plusieurs mois, voire plusieurs années de mauvaises habitudes de vie (sédentarité, malnutrition). Une intervention se concentrant sur l'adoption de saines habitudes de vie constituera toujours la meilleure option sur le long terme.

En conclusion, chez les femmes ménopausées obèses et sédentaires, l'entraînement en résistance constitue un moyen efficace afin d'augmenter la force musculaire durant une diète hypocalorique riche en protéines d'origine animale. Cependant, le programme d'entraînement en résistance n'a pas eu d'effet additif sur la perte de poids et le maintien de la masse maigre dans notre étude pilote. Pour leur part, et sur la base de nos observations dans le groupe restriction calorique sans exercice, les protéines d'origine animale semblent avoir favorisé le maintien de la masse maigre. D'autres études utilisant des devis de recherche plus poussés sont nécessaires pour valider et expliquer nos résultats.

5. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdulnour, J., Doucet, E., Brochu, M., Lavoie, J. M., Strychar, I., Rabasa-Lhoret, R. et Prud'homme, D. (2012). The effect of the menopausal transition on body composition and cardiometabolic risk factors: a Montreal-Ottawa New Emerging Team group study. *Menopause*, 19(7), 760-767. doi: 10.1097/gme.0b013e318240f6f3
- Abellan van Kan, G., Houles, M. et Vellas, B. (2012). Identifying sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 15(5), 436-441. doi: 10.1097/MCO.0b013e328356bbf4
- ACSM, Walter R. Thompson; Neil F. Gordon; Linda S. Pescatello;. (2010). *ACSM's guidelines for exercise testing prescription* (Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Ed. 8e ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.
- Adamo, M. L. et Farrar, R. P. (2006). Resistance training, and IGF involvement in the maintenance of muscle mass during the aging process. *Ageing Res Rev*, 5(3), 310-331. doi: 10.1016/j.arr.2006.05.001
- Al-Azzawi, F. et Palacios, S. (2009). Hormonal changes during menopause. *Maturitas*, 63(2), 135-137. doi: 10.1016/j.maturitas.2009.03.009
- Al Snih, S., Ottenbacher, K. J., Markides, K. S., Kuo, Y. F., Eschbach, K. et Goodwin, J. S. (2007). The effect of obesity on disability vs mortality in older Americans. *Arch Intern Med*, 167(8), 774-780. doi: 10.1001/archinte.167.8.774
- Aloia, J. F., McGowan, D. M., Vaswani, A. N., Ross, P. et Cohn, S. H. (1991). Relationship of menopause to skeletal and muscle mass. *Am J Clin Nutr*, 53(6), 1378-1383.
- American College of Sports, Medicine, Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., . . . Skinner, J. S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(7), 1510-1530. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c
- Ansved, T. et Larsson, L. (1990). Quantitative and qualitative morphological properties of the soleus motor nerve and the L5 ventral root in young and old rats. Relation to the number of soleus muscle fibers. *J Neurol Sci*, 96(2-3), 269-282.
- Aoqui, C., Cuppari, L., Kamimura, M. A. et Canziani, M. E. (2013). Increased visceral adiposity is associated with coronary artery calcification in male patients with chronic kidney disease. *Eur J Clin Nutr*, 67(6), 610-614. doi: 10.1038/ejcn.2013.66
- Ardern, C. I., Janssen, I., Ross, R. et Katzmarzyk, P. T. (2004). Development of health-related waist circumference thresholds within BMI categories. *Obes Res*, 12(7), 1094-1103. doi: 10.1038/oby.2004.137
- Arguin, H., Bouchard, D. R., Labonte, M., Carpentier, A., Ardilouze, J. L., Dionne, I. J. et Brochu, M. (2008). Correlation between the rate of weight loss and changes in body composition in obese postmenopausal women after 5 weeks: a pilot study. *Appl Physiol Nutr Metab*, 33(2), 347-355. doi: 10.1139/H08-004
- Arguin, H., Dionne, I. J., Senechal, M., Bouchard, D. R., Carpentier, A. C., Ardilouze, J. L., . . . Brochu, M. (2012). Short- and long-term effects of continuous versus intermittent restrictive diet approaches on body composition and the metabolic profile in

- overweight and obese postmenopausal women: a pilot study. *Menopause*, 19(8), 870-876. doi: 10.1097/gme.0b013e318250a287
- Arnold, P. et Bautmans, I. (2014). The influence of strength training on muscle activation in elderly persons: a systematic review and meta-analysis. *Exp Gerontol*, 58, 58-68. doi: 10.1016/j.exger.2014.07.012
- Artero, E. G., Lee, D. C., Ruiz, J. R., Sui, X., Ortega, F. B., Church, T. S., . . . Blair, S. N. (2011). A prospective study of muscular strength and all-cause mortality in men with hypertension. *J Am Coll Cardiol*, 57(18), 1831-1837. doi: 10.1016/j.jacc.2010.12.025
- Aubertin-Leheudre, M., Lord, C., Khalil, A. et Dionne, I. J. (2007). Effect of 6 months of exercise and isoflavone supplementation on clinical cardiovascular risk factors in obese postmenopausal women: a randomized, double-blind study. *Menopause*, 14(4), 624-629. doi: 10.1097/gme.0b013e31802e426b
- Baier, S., Johannsen, D., Abumrad, N., Rathmacher, J. A., Nissen, S. et Flakoll, P. (2009). Year-long changes in protein metabolism in elderly men and women supplemented with a nutrition cocktail of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB), L-arginine, and L-lysine. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 33(1), 71-82. doi: 10.1177/0148607108322403
- Baumgartner, R. N. (2000). Body composition in healthy aging. *Ann N Y Acad Sci*, 904, 437-448.
- Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., . . . Lindeman, R. D. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*, 147(8), 755-763.
- Beevers, G., Lip, G. Y. et O'Brien, E. (2001). ABC of hypertension. Blood pressure measurement. Part I-sphygmomanometry: factors common to all techniques. *BMJ*, 322(7292), 981-985.
- Beliaeff, S., Bouchard, D. R., Hautier, C., Brochu, M. et Dionne, I. J. (2008). Association between muscle mass and isometric muscle strength in well-functioning older men and women. *J Aging Phys Act*, 16(4), 484-493.
- Benton, M. J., Wagner, C. L. et Alexander, J. L. (2010). Relationship between body mass index, nutrition, strength, and function in elderly individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 30(4), 260-263. doi: 10.1097/HCR.0b013e3181d6f94f
- Binder, E. F., Yarasheski, K. E., Steger-May, K., Sinacore, D. R., Brown, M., Schechtman, K. B. et Holloszy, J. O. (2005). Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: results of a randomized, controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 60(11), 1425-1431.
- Bloom, S., Till, S., Sonksen, P. et Smith, S. (1984). Use of a biothesiometer to measure individual vibration thresholds and their variation in 519 non-diabetic subjects. *Br Med J (Clin Res Ed)*, 288(6433), 1793-1795.
- Bolam, K. A., van Uffelen, J. G. et Taaffe, D. R. (2013). The effect of physical exercise on bone density in middle-aged and older men: a systematic review. *Osteoporos Int*, 24(11), 2749-2762. doi: 10.1007/s00198-013-2346-1
- Bongard, V., McDermott, A. Y., Dallal, G. E. et Schaefer, E. J. (2007). Effects of age and gender on physical performance. *Age (Dordr)*, 29(2-3), 77-85. doi: 10.1007/s11357-007-9034-z
- Bopp, M. J., Houston, D. K., Lenchik, L., Easter, L., Kritchevsky, S. B. et Nicklas, B. J. (2008). Lean mass loss is associated with low protein intake during dietary-induced weight

- loss in postmenopausal women. *J Am Diet Assoc*, 108(7), 1216-1220. doi: 10.1016/j.jada.2008.04.017
- Botero, J. P., Shiguemoto, G. E., Prestes, J., Marin, C. T., Do Prado, W. L., Pontes, C. S., . . . Perez, S. E. (2013). Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. *J Sports Med Phys Fitness*, 53(3), 289-294.
- Bottaro, M., Machado, S. N., Nogueira, W., Scales, R. et Veloso, J. (2007). Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol*, 99(3), 257-264. doi: 10.1007/s00421-006-0343-1
- Bouchard, D. R., Beliaeff, S., Dionne, I. J. et Brochu, M. (2007). Fat mass but not fat-free mass is related to physical capacity in well-functioning older individuals: nutrition as a determinant of successful aging (NuAge)--the Quebec Longitudinal Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 62(12), 1382-1388.
- Bouchard, D. R., Dionne, I. J. et Brochu, M. (2009). Sarcopenic/obesity and physical capacity in older men and women: data from the Nutrition as a Determinant of Successful Aging (NuAge)-the Quebec longitudinal Study. *Obesity (Silver Spring)*, 17(11), 2082-2088. doi: 10.1038/oby.2009.109
- Bouchard, D. R., Soucy, L., Senechal, M., Dionne, I. J. et Brochu, M. (2009). Impact of resistance training with or without caloric restriction on physical capacity in obese older women. *Menopause*, 16(1), 66-72. doi: 10.1097/gme.0b013e31817dacf7
- Brentano, M. A., Cadore, E. L., Da Silva, E. M., Ambrosini, A. B., Coertjens, M., Petkowicz, R., . . . Kruel, L. F. (2008). Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. *J Strength Cond Res*, 22(6), 1816-1825. doi: 10.1519/JSC.0b013e31817ae3f1
- Brill, P. A., Macera, C. A., Davis, D. R., Blair, S. N. et Gordon, N. (2000). Muscular strength and physical function. *Med Sci Sports Exerc*, 32(2), 412-416.
- Brinkley, T. E., Leng, X., Miller, M. E., Kitzman, D. W., Pahor, M., Berry, M. J., . . . Nicklas, B. J. (2009). Chronic inflammation is associated with low physical function in older adults across multiple comorbidities. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 64(4), 455-461. doi: 10.1093/gerona/gln038
- Brinkworth, G. D., Noakes, M., Clifton, P. M. et Buckley, J. D. (2009). Effects of a low carbohydrate weight loss diet on exercise capacity and tolerance in obese subjects. *Obesity (Silver Spring)*, 17(10), 1916-1923. doi: 10.1038/oby.2009.134
- Brochu, M., Malita, M. F., Messier, V., Doucet, E., Strychar, I., Lavoie, J. M., . . . Rabasa-Lhoret, R. (2009). Resistance training does not contribute to improving the metabolic profile after a 6-month weight loss program in overweight and obese postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab*, 94(9), 3226-3233. doi: 10.1210/jc.2008-2706
- Brochu, M., Tchernof, A., Turner, A. N., Ades, P. A. et Poehlman, E. T. (2003). Is there a threshold of visceral fat loss that improves the metabolic profile in obese postmenopausal women? *Metabolism*, 52(5), 599-604. doi: 10.1053/meta.2003.50095
- Brown, M., Sinacore, D. R. et Host, H. H. (1995). The relationship of strength to function in the older adult. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 50 Spec No, 55-59.
- Buchner, D. M. (1997). Preserving mobility in older adults. *West J Med*, 167(4), 258-264.

- Buchner, D. M., Beresford, S. A., Larson, E. B., LaCroix, A. Z. et Wagner, E. H. (1992). Effects of physical activity on health status in older adults. II. Intervention studies. *Annu Rev Public Health*, 13, 469-488. doi: 10.1146/annurev.pu.13.050192.002345
- Buchner, D. M., Larson, E. B., Wagner, E. H., Koepsell, T. D. et de Lateur, B. J. (1996). Evidence for a non-linear relationship between leg strength and gait speed. *Age Ageing*, 25(5), 386-391.
- Cadore, E. L., Pinto, R. S., Bottaro, M. et Izquierdo, M. (2014). Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis*, 5(3), 183-195. doi: 10.14336/AD.2014.0500183
- Calle, E. E., Rodriguez, C., Walker-Thurmond, K. et Thun, M. J. (2003). Overweight, obesity, and mortality from cancer in a prospectively studied cohort of U.S. adults. *N Engl J Med*, 348(17), 1625-1638. doi: 10.1056/NEJMoa021423
- Campbell, M. J., McComas, A. J. et Petito, F. (1973). Physiological changes in ageing muscles. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 36(2), 174-182.
- Campbell, W. W., Barton, M. L., Jr., Cyr-Campbell, D., Davey, S. L., Beard, J. L., Parise, G. et Evans, W. J. (1999). Effects of an omnivorous diet compared with a lactoovovegetarian diet on resistance-training-induced changes in body composition and skeletal muscle in older men. *Am J Clin Nutr*, 70(6), 1032-1039.
- Campbell, W. W., Crim, M. C., Young, V. R. et Evans, W. J. (1994). Increased energy requirements and changes in body composition with resistance training in older adults. *Am J Clin Nutr*, 60(2), 167-175.
- Campbell, W. W., Trappe, T. A., Wolfe, R. R. et Evans, W. J. (2001). The recommended dietary allowance for protein may not be adequate for older people to maintain skeletal muscle. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 56(6), M373-380.
- Canada, Santé. (2015). <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/food-guide-aliment/index-fra.php>. Retrieved 29 mai, 2015, from <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/label-etiquet/nutrition/cons/dv-vq/index-fra.php>
- Canada, Statistiques. (2010). *Projections démographiques pour le Canada, les provinces et les territoires, 2009 à 2036*. Ottawa.
- Cannon, J. et Marino, F. E. (2010). Early-phase neuromuscular adaptations to high- and low-volume resistance training in untrained young and older women. *J Sports Sci*, 28(14), 1505-1514. doi: 10.1080/02640414.2010.517544
- Carr, M. C. (2003). The emergence of the metabolic syndrome with menopause. *J Clin Endocrinol Metab*, 88(6), 2404-2411.
- Carter, M. I. et Hinton, P. S. (2014). Physical activity and bone health. *Mo Med*, 111(1), 59-64.
- Cartier, A., Cote, M., Lemieux, I., Perusse, L., Tremblay, A., Bouchard, C. et Despres, J. P. (2009a). Age-related differences in inflammatory markers in men: contribution of visceral adiposity. *Metabolism*, 58(10), 1452-1458. doi: 10.1016/j.metabol.2009.04.025
- Cartier, A., Cote, M., Lemieux, I., Perusse, L., Tremblay, A., Bouchard, C. et Despres, J. P. (2009b). Sex differences in inflammatory markers: what is the contribution of visceral adiposity? *Am J Clin Nutr*, 89(5), 1307-1314. doi: 10.3945/ajcn.2008.27030
- Castaneda, C., Layne, J. E., Munoz-Orians, L., Gordon, P. L., Walsmith, J., Foldvari, M., . . . Nelson, M. E. (2002). A randomized controlled trial of resistance exercise training to

- improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 25(12), 2335-2341.
- Ceda, G. P., Dall'Aglio, E., Maggio, M., Lauretani, F., Bandinelli, S., Falzoi, C., . . . Hoffman, A. R. (2005). Clinical implications of the reduced activity of the GH-IGF-I axis in older men. *J Endocrinol Invest*, 28(11 Suppl Proceedings), 96-100.
- Cermak, N. M., Res, P. T., de Groot, L. C., Saris, W. H. et van Loon, L. J. (2012). Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*, 96(6), 1454-1464. doi: 10.3945/ajcn.112.037556
- Cesari, M., Pahor, M., Lauretani, F., Zamboni, V., Bandinelli, S., Bernabei, R., . . . Ferrucci, L. (2009). Skeletal muscle and mortality results from the InCHIANTI Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 64(3), 377-384. doi: 10.1093/gerona/gln031
- Chevalier, S., Gougeon, R., Nayar, K. et Morais, J. A. (2003). Frailty amplifies the effects of aging on protein metabolism: role of protein intake. *Am J Clin Nutr*, 78(3), 422-429.
- Choquette, S., Bouchard, D. R., Doyon, C. Y., Senechal, M., Brochu, M. et Dionne, I. J. (2010). Relative strength as a determinant of mobility in elders 67-84 years of age. a nuage study: nutrition as a determinant of successful aging. *J Nutr Health Aging*, 14(3), 190-195.
- Clark, B. C., Fernhall, B. et Ploutz-Snyder, L. L. (2006a). Adaptations in human neuromuscular function following prolonged unweighting: I. Skeletal muscle contractile properties and applied ischemia efficacy. *J Appl Physiol* (1985), 101(1), 256-263. doi: 10.1152/jappphysiol.01402.2005
- Clark, B. C., Fernhall, B. et Ploutz-Snyder, L. L. (2006b). Adaptations in human neuromuscular function following prolonged unweighting: I. Skeletal muscle contractile properties and applied ischemia efficacy. *J Appl Physiol*, 101(1), 256-263. doi: 10.1152/jappphysiol.01402.2005
- Clark, B. C. et Manini, T. M. (2008). Sarcopenia \neq dynapenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 63(8), 829-834.
- Clark, B. C. et Manini, T. M. (2012). What is dynapenia? *Nutrition*, 28(5), 495-503. doi: 10.1016/j.nut.2011.12.002
- Clark, B. C., Manini, T. M., Bolanowski, S. J. et Ploutz-Snyder, L. L. (2006a). Adaptations in human neuromuscular function following prolonged unweighting: II. Neurological properties and motor imagery efficacy. *J Appl Physiol* (1985), 101(1), 264-272. doi: 10.1152/jappphysiol.01404.2005
- Clark, B. C., Manini, T. M., Bolanowski, S. J. et Ploutz-Snyder, L. L. (2006b). Adaptations in human neuromuscular function following prolonged unweighting: II. Neurological properties and motor imagery efficacy. *J Appl Physiol*, 101(1), 264-272. doi: 10.1152/jappphysiol.01404.2005
- Cohn, S. H., Vartsky, D., Yasumura, S., Sawitsky, A., Zanzi, I., Vaswani, A. et Ellis, K. J. (1980). Compartmental body composition based on total-body nitrogen, potassium, and calcium. *Am J Physiol*, 239(6), E524-530.
- Colditz, G. A., Willett, W. C., Rotnitzky, A. et Manson, J. E. (1995). Weight gain as a risk factor for clinical diabetes mellitus in women. *Ann Intern Med*, 122(7), 481-486.
- Conraads, V. M., Beckers, P., Bosmans, J., De Clerck, L. S., Stevens, W. J., Vrints, C. J. et Brutsaert, D. L. (2002). Combined endurance/resistance training reduces plasma

- TNF-alpha receptor levels in patients with chronic heart failure and coronary artery disease. *Eur Heart J*, 23(23), 1854-1860.
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., . . . European Working Group on Sarcopenia in Older, People. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*, 39(4), 412-423. doi: 10.1093/ageing/afq034
- Cummings, S. R. et Melton, L. J. (2002). Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *Lancet*, 359(9319), 1761-1767. doi: 10.1016/S0140-6736(02)08657-9
- D'Antona, G., Pellegrino, M. A., Carlizzi, C. N. et Bottinelli, R. (2007). Deterioration of contractile properties of muscle fibres in elderly subjects is modulated by the level of physical activity. *Eur J Appl Physiol*, 100(5), 603-611. doi: 10.1007/s00421-007-0402-2
- Dal Forno, G. et Kawas, C. H. (1995). Cognitive problems in the elderly. *Curr Opin Neurol*, 8(4), 256-261.
- Daly, R. M., O'Connell, S. L., Mundell, N. L., Grimes, C. A., Dunstan, D. W. et Nowson, C. A. (2014). Protein-enriched diet, with the use of lean red meat, combined with progressive resistance training enhances lean tissue mass and muscle strength and reduces circulating IL-6 concentrations in elderly women: a cluster randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*, 99(4), 899-910. doi: 10.3945/ajcn.113.064154
- Davis, J. W., Ross, P. D., Preston, S. D., Nevitt, M. C. et Wasnich, R. D. (1998). Strength, physical activity, and body mass index: relationship to performance-based measures and activities of daily living among older Japanese women in Hawaii. *J Am Geriatr Soc*, 46(3), 274-279.
- Davison, K. K., Ford, E. S., Cogswell, M. E. et Dietz, W. H. (2002). Percentage of body fat and body mass index are associated with mobility limitations in people aged 70 and older from NHANES III. *J Am Geriatr Soc*, 50(11), 1802-1809.
- de Groot, L. C. et van Staveren, W. A. (1996). Low-protein intakes and protein turnover in elderly women. *Nutr Rev*, 54(2 Pt 1), 58-60.
- de Sauvage Nolting, P. R., Defesche, J. C., Buirma, R. J., Hutten, B. A., Lansberg, P. J. et Kastelein, J. J. (2003). Prevalence and significance of cardiovascular risk factors in a large cohort of patients with familial hypercholesterolaemia. *J Intern Med*, 253(2), 161-168.
- Deibert, P., Solleder, F., Konig, D., Vitolins, M. Z., Dickhuth, H. H., Gollhofer, A. et Berg, A. (2011). Soy protein based supplementation supports metabolic effects of resistance training in previously untrained middle aged males. *Aging Male*, 14(4), 273-279. doi: 10.3109/13685538.2011.565091
- Delbono, O. (2000). Regulation of excitation contraction coupling by insulin-like growth factor-1 in aging skeletal muscle. *J Nutr Health Aging*, 4(3), 162-164.
- Delbono, O. (2011). Expression and regulation of excitation-contraction coupling proteins in aging skeletal muscle. *Curr Aging Sci*, 4(3), 248-259.
- Delbono, O., O'Rourke, K. S. et Ettinger, W. H. (1995). Excitation-calcium release uncoupling in aged single human skeletal muscle fibers. *J Membr Biol*, 148(3), 211-222.
- Delmonico, M. J., Harris, T. B., Lee, J. S., Visser, M., Nevitt, M., Kritchevsky, S. B., . . . Body Composition, Study. (2007). Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity

- performance, and functional impairment with aging in older men and women. *J Am Geriatr Soc*, 55(5), 769-774. doi: 10.1111/j.1532-5415.2007.01140.x
- Delmonico, M. J., Harris, T. B., Visser, M., Park, S. W., Conroy, M. B., Velasquez-Mieyer, P., . . . Body. (2009). Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr*, 90(6), 1579-1585. doi: 10.3945/ajcn.2009.28047
- Demling, R. H. et DeSanti, L. (2000). Effect of a hypocaloric diet, increased protein intake and resistance training on lean mass gains and fat mass loss in overweight police officers. *Ann Nutr Metab*, 44(1), 21-29. doi: 12817
- Derbre, F., Gratas-Delamarche, A., Gomez-Cabrera, M. C. et Vina, J. (2014). Inactivity-induced oxidative stress: a central role in age-related sarcopenia? *Eur J Sport Sci*, 14 Suppl 1, S98-108. doi: 10.1080/17461391.2011.654268
- Dionne, I. J., Melancon, M. O., Brochu, M., Ades, P. A. et Poelhman, E. T. (2004). Age-related differences in metabolic adaptations following resistance training in women. *Exp Gerontol*, 39(1), 133-138.
- Doherty, T. J. (2003). Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* (1985), 95(4), 1717-1727. doi: 10.1152/jappphysiol.00347.2003
- Doherty, T. J. et Brown, W. F. (1993). The estimated numbers and relative sizes of thenar motor units as selected by multiple point stimulation in young and older adults. *Muscle Nerve*, 16(4), 355-366. doi: 10.1002/mus.880160404
- Doherty, T. J., Vandervoort, A. A., Taylor, A. W. et Brown, W. F. (1993). Effects of motor unit losses on strength in older men and women. *J Appl Physiol* (1985), 74(2), 868-874.
- Dutta, C. (1997). Significance of sarcopenia in the elderly. *J Nutr*, 127(5 Suppl), 992S-993S.
- Efe, D., Aygun, F., Acar, T., Yildiz, M. et Gemici, K. (2014). Investigation of relation between visceral and subcutaneous abdominal fat volumes and calcified aortic plaques via multislice computed tomography. *Vascular*. doi: 10.1177/1708538114552012
- Emerging Risk Factors, Collaboration, Wormser, D., Kaptoge, S., Di Angelantonio, E., Wood, A. M., Pennells, L., . . . Danesh, J. (2011). Separate and combined associations of body-mass index and abdominal adiposity with cardiovascular disease: collaborative analysis of 58 prospective studies. *Lancet*, 377(9771), 1085-1095. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60105-0
- Eshghinia, S. et Mohammadzadeh, F. (2013). The effects of modified alternate-day fasting diet on weight loss and CAD risk factors in overweight and obese women. *J Diabetes Metab Disord*, 12(1), 4. doi: 10.1186/2251-6581-12-4
- Esmarck, B., Andersen, J. L., Olsen, S., Richter, E. A., Mizuno, M. et Kjaer, M. (2001). Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *J Physiol*, 535(Pt 1), 301-311.
- Evans, W. J. (1995a). Effects of exercise on body composition and functional capacity of the elderly. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 50 Spec No, 147-150.
- Evans, W. J. (1995b). What is sarcopenia? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 50 Spec No, 5-8.
- Evans, W. J. et Campbell, W. W. (1993). Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. *J Nutr*, 123(2 Suppl), 465-468.
- Fahlman, M. M., Boardley, D., Lambert, C. P. et Flynn, M. G. (2002). Effects of endurance training and resistance training on plasma lipoprotein profiles in elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57(2), B54-60.
- Farinatti, P. T., Gerales, A. A., Bottaro, M. F., Lima, M. V., Albuquerque, R. B. et Fleck, S. J. (2013). Effects of different resistance training frequencies on the muscle strength

- and functional performance of active women older than 60 years. *J Strength Cond Res*, 27(8), 2225-2234. doi: 10.1519/JSC.0b013e318278f0db
- Farnsworth, E., Luscombe, N. D., Noakes, M., Wittert, G., Argyiou, E. et Clifton, P. M. (2003). Effect of a high-protein, energy-restricted diet on body composition, glycemic control, and lipid concentrations in overweight and obese hyperinsulinemic men and women. *Am J Clin Nutr*, 78(1), 31-39.
- Fathi, D., Ueki, Y., Mima, T., Koganemaru, S., Nagamine, T., Tawfik, A. et Fukuyama, H. (2010). Effects of aging on the human motor cortical plasticity studied by paired associative stimulation. *Clin Neurophysiol*, 121(1), 90-93. doi: 10.1016/j.clinph.2009.07.048
- Faulkner, J. A., Larkin, L. M., Claflin, D. R. et Brooks, S. V. (2007). Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 34(11), 1091-1096. doi: 10.1111/j.1440-1681.2007.04752.x
- Fernandez-Sanchez, A., Madrigal-Santillan, E., Bautista, M., Esquivel-Soto, J., Morales-Gonzalez, A., Esquivel-Chirino, C., . . . Morales-Gonzalez, J. A. (2011). Inflammation, oxidative stress, and obesity. *Int J Mol Sci*, 12(5), 3117-3132. doi: 10.3390/ijms12053117
- Ferrari, A. U., Radaelli, A. et Centola, M. (2003). Invited review: aging and the cardiovascular system. *J Appl Physiol* (1985), 95(6), 2591-2597. doi: 10.1152/jappphysiol.00601.2003
- Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., . . . Zamboni, M. (2011). Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*, 12(4), 249-256. doi: 10.1016/j.jamda.2011.01.003
- Filion, M. E., Barbat-Artigas, S., Dupontgand, S., Fex, A., Karelis, A. D. et Aubertin-Leheudre, M. (2012). Relationship between protein intake and dynapenia in postmenopausal women. *J Nutr Health Aging*, 16(7), 616-619.
- Finger, D., Goltz, F. R., Umpierre, D., Meyer, E., Rosa, L. H. et Schneider, C. D. (2015). Effects of protein supplementation in older adults undergoing resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 45(2), 245-255. doi: 10.1007/s40279-014-0269-4
- Fontana, L., Klein, S. et Holloszy, J. O. (2010). Effects of long-term calorie restriction and endurance exercise on glucose tolerance, insulin action, and adipokine production. *Age (Dordr)*, 32(1), 97-108. doi: 10.1007/s11357-009-9118-z
- Fontana, L., Klein, S., Holloszy, J. O. et Premachandra, B. N. (2006). Effect of long-term calorie restriction with adequate protein and micronutrients on thyroid hormones. *J Clin Endocrinol Metab*, 91(8), 3232-3235. doi: 10.1210/jc.2006-0328
- Franz, M. J., VanWormer, J. J., Crain, A. L., Boucher, J. L., Histon, T., Caplan, W., . . . Pronk, N. P. (2007). Weight-loss outcomes: a systematic review and meta-analysis of weight-loss clinical trials with a minimum 1-year follow-up. *J Am Diet Assoc*, 107(10), 1755-1767. doi: 10.1016/j.jada.2007.07.017
- Frimel, T. N., Sinacore, D. R. et Villareal, D. T. (2008). Exercise attenuates the weight-loss-induced reduction in muscle mass in frail obese older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 40(7), 1213-1219. doi: 10.1249/MSS.0b013e31816a85ce

- Frontera, W. R., Hughes, V. A., Lutz, K. J. et Evans, W. J. (1991a). A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol* (1985), 71(2), 644-650.
- Frontera, W. R., Hughes, V. A., Lutz, K. J. et Evans, W. J. (1991b). A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol*, 71(2), 644-650.
- Fujita, S., Dreyer, H. C., Drummond, M. J., Glynn, E. L., Cadenas, J. G., Yoshizawa, F., . . . Rasmussen, B. B. (2007). Nutrient signalling in the regulation of human muscle protein synthesis. *J Physiol*, 582(Pt 2), 813-823. doi: 10.1113/jphysiol.2007.134593
- Gabriel, D. A., Kamen, G. et Frost, G. (2006). Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med*, 36(2), 133-149.
- Gallagher, D., Ruts, E., Visser, M., Heshka, S., Baumgartner, R. N., Wang, J., . . . Heymsfield, S. B. (2000). Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 279(2), E366-375.
- Galvao, D. A. et Taaffe, D. R. (2005). Resistance exercise dosage in older adults: single-versus multiset effects on physical performance and body composition. *J Am Geriatr Soc*, 53(12), 2090-2097. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.00494.x
- Goodpaster, B. H., Carlson, C. L., Visser, M., Kelley, D. E., Scherzinger, A., Harris, T. B., . . . Newman, A. B. (2001). Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC Study. *J Appl Physiol*, 90(6), 2157-2165.
- Goodpaster, B. H., Kelley, D. E., Thaete, F. L., He, J. et Ross, R. (2000). Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. *J Appl Physiol*, 89(1), 104-110.
- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., . . . Newman, A. B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61(10), 1059-1064.
- Grabiner, M. D. et Enoka, R. M. (1995). Changes in movement capabilities with aging. *Exerc Sport Sci Rev*, 23, 65-104.
- Grimby, G. et Saltin, B. (1983). The ageing muscle. *Clin Physiol*, 3(3), 209-218.
- Grundey, S. M., Brewer, H. B., Jr., Cleeman, J. I., Smith, S. C., Jr., Lenfant, C., American Heart Association, . . . Blood, Institute. (2004). Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation*, 109(3), 433-438. doi: 10.1161/01.CIR.0000111245.75752.C6
- Hagerman, F. C., Walsh, S. J., Staron, R. S., Hikida, R. S., Gilders, R. M., Murray, T. F., . . . Ragg, K. E. (2000). Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(7), B336-346.
- Hakkinen, K., Alen, M., Kallinen, M., Newton, R. U. et Kraemer, W. J. (2000). Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. *Eur J Appl Physiol*, 83(1), 51-62. doi: 10.1007/s004210000248
- Hamerman, D. (1998). Biology of the aging joint. *Clin Geriatr Med*, 14(3), 417-433.

- Hamerman, D. (1999). Toward an understanding of frailty. *Ann Intern Med*, 130(11), 945-950.
- Harris, T. B., Visser, M., Everhart, J., Cauley, J., Tylavsky, F., Fuerst, T., . . . Nevitt, M. (2000). Waist circumference and sagittal diameter reflect total body fat better than visceral fat in older men and women. The Health, Aging and Body Composition Study. *Ann N Y Acad Sci*, 904, 462-473.
- Hasselgren, L., Olsson, L. L. et Nyberg, L. (2011). Is leg muscle strength correlated with functional balance and mobility among inpatients in geriatric rehabilitation? *Arch Gerontol Geriatr*, 52(3), e220-225. doi: 10.1016/j.archger.2010.11.016
- Haub, M. D., Wells, A. M. et Campbell, W. W. (2005). Beef and soy-based food supplements differentially affect serum lipoprotein-lipid profiles because of changes in carbohydrate intake and novel nutrient intake ratios in older men who resistive-train. *Metabolism*, 54(6), 769-774. doi: 10.1016/j.metabol.2005.01.019
- Haug, H. et Eggers, R. (1991). Morphometry of the human cortex cerebri and corpus striatum during aging. *Neurobiol Aging*, 12(4), 336-338; discussion 352-335.
- Hecker, K. D. (2001). Effects of dietary animal and soy protein on cardiovascular disease risk factors. *Curr Atheroscler Rep*, 3(6), 471-478.
- Henwood, T. R., Riek, S. et Taaffe, D. R. (2008). Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 63(1), 83-91.
- Heuninckx, S., Wenderoth, N., Debaere, F., Peeters, R. et Swinnen, S. P. (2005). Neural basis of aging: the penetration of cognition into action control. *J Neurosci*, 25(29), 6787-6796. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1263-05.2005
- Heymsfield, S. B., Gallagher, D., Poehlman, E. T., Wolper, C., Nonas, K., Nelson, D. et Wang, Z. M. (1994). Menopausal changes in body composition and energy expenditure. *Exp Gerontol*, 29(3-4), 377-389.
- Holviala, J. H., Sallinen, J. M., Kraemer, W. J., Alen, M. J. et Hakkinen, K. K. (2006). Effects of strength training on muscle strength characteristics, functional capabilities, and balance in middle-aged and older women. *J Strength Cond Res*, 20(2), 336-344. doi: 10.1519/R-17885.1
- Holviala, J., Hakkinen, A., Alen, M., Sallinen, J., Kraemer, W. et Hakkinen, K. (2014). Effects of prolonged and maintenance strength training on force production, walking, and balance in aging women and men. *Scand J Med Sci Sports*, 24(1), 224-233. doi: 10.1111/j.1600-0838.2012.01470.x
- Houston, D. K., Nicklas, B. J., Ding, J., Harris, T. B., Tylavsky, F. A., Newman, A. B., . . . Health, A. B. C. Study. (2008). Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. *Am J Clin Nutr*, 87(1), 150-155.
- Hue, O., Berrigan, F., Simoneau, M., Marcotte, J., Marceau, P., Marceau, S., . . . Teasdale, N. (2008). Muscle force and force control after weight loss in obese and morbidly obese men. *Obes Surg*, 18(9), 1112-1118. doi: 10.1007/s11695-008-9597-5
- Hughes, V. A., Frontera, W. R., Roubenoff, R., Evans, W. J. et Singh, M. A. (2002). Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr*, 76(2), 473-481.
- Hughes, V. A., Frontera, W. R., Wood, M., Evans, W. J., Dallal, G. E., Roubenoff, R. et Fiatarone Singh, M. A. (2001). Longitudinal muscle strength changes in older adults:

- influence of muscle mass, physical activity, and health. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 56(5), B209-217.
- Hunter, G. R., Bryan, D. R., Wetzstein, C. J., Zuckerman, P. A. et Bamman, M. M. (2002). Resistance training and intra-abdominal adipose tissue in older men and women. *Med Sci Sports Exerc*, 34(6), 1023-1028.
- Hunter, G. R., McCarthy, J. P. et Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*, 34(5), 329-348.
- Hunter, G. R., Wetzstein, C. J., Fields, D. A., Brown, A. et Bamman, M. M. (2000). Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *J Appl Physiol* (1985), 89(3), 977-984.
- Imamura, K., Ashida, H., Ishikawa, T. et Fujii, M. (1983). Human major psoas muscle and sacrospinalis muscle in relation to age: a study by computed tomography. *J Gerontol*, 38(6), 678-681.
- Ivey, F. M., Tracy, B. L., Lemmer, J. T., NessAiver, M., Metter, E. J., Fozard, J. L. et Hurley, B. F. (2000). Effects of strength training and detraining on muscle quality: age and gender comparisons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(3), B152-157; discussion B158-159.
- Izquierdo, M., Hakkinen, K., Ibanez, J., Anton, A., Garrues, M., Ruesta, M. et Gorostiaga, E. M. (2003). Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. *J Strength Cond Res*, 17(1), 129-139.
- Izquierdo, M., Hakkinen, K., Ibanez, J., Garrues, M., Anton, A., Zuniga, A., . . . Gorostiaga, E. M. (2001). Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J Appl Physiol* (1985), 90(4), 1497-1507.
- Jackson, R. D. et Mysiw, W. J. (2014). Insights into the epidemiology of postmenopausal osteoporosis: the Women's Health Initiative. *Semin Reprod Med*, 32(6), 454-462. doi: 10.1055/s-0034-1384629
- Jakicic, J. M., Clark, K., Coleman, E., Donnelly, J. E., Foreyt, J., Melanson, E., . . . American College of Sports, Medicine. (2001). American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*, 33(12), 2145-2156.
- Janand-Delenne, B., Chagnaud, C., Raccah, D., Alessi, M. C., Juhan-Vague, I. et Vague, P. (1998). Visceral fat as a main determinant of plasminogen activator inhibitor 1 level in women. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 22(4), 312-317.
- Jankowski, C. M., Gozansky, W. S., Van Pelt, R. E., Schenkman, M. L., Wolfe, P., Schwartz, R. S. et Kohrt, W. M. (2008). Relative contributions of adiposity and muscularity to physical function in community-dwelling older adults. *Obesity (Silver Spring)*, 16(5), 1039-1044. doi: 10.1038/oby.2007.84
- Janowitz, W. R., Agatston, A. S., Kaplan, G. et Viamonte, M., Jr. (1993). Differences in prevalence and extent of coronary artery calcium detected by ultrafast computed tomography in asymptomatic men and women. *Am J Cardiol*, 72(3), 247-254.
- Janssen, I. (2006). Influence of sarcopenia on the development of physical disability: the Cardiovascular Health Study. *J Am Geriatr Soc*, 54(1), 56-62. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.00540.x

- Janssen, I., Baumgartner, R. N., Ross, R., Rosenberg, I. H. et Roubenoff, R. (2004). Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am J Epidemiol*, 159(4), 413-421.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B. et Ross, R. (2002). Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*, 50(5), 889-896.
- Janssen, I. et Ross, R. (2005). Linking age-related changes in skeletal muscle mass and composition with metabolism and disease. *J Nutr Health Aging*, 9(6), 408-419.
- Janssens, J. P., Pache, J. C. et Nicod, L. P. (1999). Physiological changes in respiratory function associated with ageing. *Eur Respir J*, 13(1), 197-205.
- Jensky, N. E., Criqui, M. H., Wright, C. M., Wassel, C. L., Alcaraz, J. E. et Allison, M. A. (2011). The association between abdominal body composition and vascular calcification. *Obesity (Silver Spring)*, 19(12), 2418-2424. doi: 10.1038/oby.2011.70
- Jimenez-Moreno, R., Wang, Z. M., Gerring, R. C. et Delbono, O. (2008). Sarcoplasmic reticulum Ca²⁺ release declines in muscle fibers from aging mice. *Biophys J*, 94(8), 3178-3188. doi: 10.1529/biophysj.107.118786
- Johannsen, D. L., DeLany, J. P., Frisard, M. I., Welsch, M. A., Rowley, C. K., Fang, X., . . . Louisiana Healthy Aging Study. (2008). Physical activity in aging: comparison among young, aged, and nonagenarian individuals. *J Appl Physiol*, 105(2), 495-501. doi: 10.1152/jappphysiol.90450.2008
- Joseph, L. J., Davey, S. L., Evans, W. J. et Campbell, W. W. (1999). Differential effect of resistance training on the body composition and lipoprotein-lipid profile in older men and women. *Metabolism*, 48(11), 1474-1480.
- Jurca, R., Lamonte, M. J., Barlow, C. E., Kampert, J. B., Church, T. S. et Blair, S. N. (2005). Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc*, 37(11), 1849-1855.
- Kamen, G., Sison, S. V., Du, C. C. et Patten, C. (1995). Motor unit discharge behavior in older adults during maximal-effort contractions. *J Appl Physiol*, 79(6), 1908-1913.
- Kanehisa, H., Ikegawa, S. et Fukunaga, T. (1994). Comparison of muscle cross-sectional area and strength between untrained women and men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 68(2), 148-154.
- Katsanos, C. S., Kobayashi, H., Sheffield-Moore, M., Aarsland, A. et Wolfe, R. R. (2005). Aging is associated with diminished accretion of muscle proteins after the ingestion of a small bolus of essential amino acids. *Am J Clin Nutr*, 82(5), 1065-1073.
- Kawakami, Y., Akima, H., Kubo, K., Muraoka, Y., Hasegawa, H., Kouzaki, M., . . . Fukunaga, T. (2001). Changes in muscle size, architecture, and neural activation after 20 days of bed rest with and without resistance exercise. *Eur J Appl Physiol*, 84(1-2), 7-12. doi: 10.1007/s004210000330
- Keim, N. L., Barbieri, T. F., Van Loan, M. D. et Anderson, B. L. (1990). Energy expenditure and physical performance in overweight women: response to training with and without caloric restriction. *Metabolism*, 39(6), 651-658.
- Kelijman, M. (1991). Age-related alterations of the growth hormone/insulin-like-growth-factor I axis. *J Am Geriatr Soc*, 39(3), 295-307.
- Kido, A., Tanaka, N. et Stein, R. B. (2004). Spinal excitation and inhibition decrease as humans age. *Can J Physiol Pharmacol*, 82(4), 238-248. doi: 10.1139/y04-017

- Klass, M., Baudry, S. et Duchateau, J. (2008). Age-related decline in rate of torque development is accompanied by lower maximal motor unit discharge frequency during fast contractions. *J Appl Physiol*, 104(3), 739-746. doi: 10.1152/jappphysiol.00550.2007
- Koopman, R. et van Loon, L. J. (2009). Aging, exercise, and muscle protein metabolism. *J Appl Physiol* (1985), 106(6), 2040-2048. doi: 10.1152/jappphysiol.91551.2008
- Kossev, A. R., Schrader, C., Dauper, J., Dengler, R. et Rollnik, J. D. (2002). Increased intracortical inhibition in middle-aged humans; a study using paired-pulse transcranial magnetic stimulation. *Neurosci Lett*, 333(2), 83-86.
- Kostek, M. C. et Delmonico, M. J. (2011). Age-related changes in adult muscle morphology. *Curr Aging Sci*, 4(3), 221-233.
- Kraemer, W. J., Hakkinen, K., Newton, R. U., Nindl, B. C., Volek, J. S., McCormick, M., . . . Evans, W. J. (1999). Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Appl Physiol* (1985), 87(3), 982-992.
- Krauss, R. M., Eckel, R. H., Howard, B., Appel, L. J., Daniels, S. R., Deckelbaum, R. J., . . . Bazzarre, T. L. (2000). AHA Dietary Guidelines: revision 2000: A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association. *Circulation*, 102(18), 2284-2299.
- Krieger, J. W., Sitren, H. S., Daniels, M. J. et Langkamp-Henken, B. (2006). Effects of variation in protein and carbohydrate intake on body mass and composition during energy restriction: a meta-regression 1. *Am J Clin Nutr*, 83(2), 260-274.
- Krotkiewski, M., Bjorntorp, P., Sjostrom, L. et Smith, U. (1983). Impact of obesity on metabolism in men and women. Importance of regional adipose tissue distribution. *J Clin Invest*, 72(3), 1150-1162. doi: 10.1172/JCI111040
- LaCroix, A. Z., Guralnik, J. M., Berkman, L. F., Wallace, R. B. et Satterfield, S. (1993). Maintaining mobility in late life. II. Smoking, alcohol consumption, physical activity, and body mass index. *Am J Epidemiol*, 137(8), 858-869.
- Lakatta, E. G. et Levy, D. (2003). Arterial and cardiac aging: major shareholders in cardiovascular disease enterprises: Part I: aging arteries: a "set up" for vascular disease. *Circulation*, 107(1), 139-146.
- Layman, D. K. (2004). Protein quantity and quality at levels above the RDA improves adult weight loss. *J Am Coll Nutr*, 23(6 Suppl), 631S-636S.
- Layman, D. K., Boileau, R. A., Erickson, D. J., Painter, J. E., Shiue, H., Sather, C. et Christou, D. D. (2003). A reduced ratio of dietary carbohydrate to protein improves body composition and blood lipid profiles during weight loss in adult women. *J Nutr*, 133(2), 411-417.
- Layman, D. K., Evans, E., Baum, J. I., Seyler, J., Erickson, D. J. et Boileau, R. A. (2005). Dietary protein and exercise have additive effects on body composition during weight loss in adult women. *J Nutr*, 135(8), 1903-1910.
- Lebrun, C. E., van der Schouw, Y. T., de Jong, F. H., Grobbee, D. E. et Lamberts, S. W. (2006). Fat mass rather than muscle strength is the major determinant of physical function and disability in postmenopausal women younger than 75 years of age. *Menopause*, 13(3), 474-481. doi: 10.1097/01.gme.0000222331.23478.ec
- Lee, C. G., Carr, M. C., Murdoch, S. J., Mitchell, E., Woods, N. F., Wener, M. H., . . . Brunzell, J. D. (2009). Adipokines, inflammation, and visceral adiposity across the menopausal

- transition: a prospective study. *J Clin Endocrinol Metab*, 94(4), 1104-1110. doi: 10.1210/jc.2008-0701
- Lee, W. S., Cheung, W. H., Qin, L., Tang, N. et Leung, K. S. (2006). Age-associated decrease of type IIA/B human skeletal muscle fibers. *Clin Orthop Relat Res*, 450, 231-237. doi: 10.1097/01.blo.0000218757.97063.21
- Leidy, H. J., Carnell, N. S., Mattes, R. D. et Campbell, W. W. (2007). Higher protein intake preserves lean mass and satiety with weight loss in pre-obese and obese women. *Obesity (Silver Spring)*, 15(2), 421-429. doi: 10.1038/oby.2007.531
- Leite, R. D., Prestes, J., Pereira, G. B., Shiguemoto, G. E. et Perez, S. E. (2010). Menopause: highlighting the effects of resistance training. *Int J Sports Med*, 31(11), 761-767. doi: 10.1055/s-0030-1263117
- Lemieux, I., Pascot, A., Prud'homme, D., Almeras, N., Bogaty, P., Nadeau, A., . . . Despres, J. P. (2001). Elevated C-reactive protein: another component of the atherothrombotic profile of abdominal obesity. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 21(6), 961-967.
- Lemmer, J. T., Hurlbut, D. E., Martel, G. F., Tracy, B. L., Ivey, F. M., Metter, E. J., . . . Hurley, B. F. (2000). Age and gender responses to strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc*, 32(8), 1505-1512.
- Lesuer, D.A.; McCormick J.H.; Mayhew J.L.; Wasserstein R.L. (1997). The accuracy of prediction equations for estimating 1-RM performance in the bench press, squat and deadlift. *Journal of strength and conditioning research*, 11(4), 211-213.
- Lewington, S., Clarke, R., Qizilbash, N., Peto, R., Collins, R. et Prospective Studies, Collaboration. (2002). Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet*, 360(9349), 1903-1913.
- Lexell, J. (1995). Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 50 Spec No, 11-16.
- Lexell, J. et Taylor, C. C. (1991). Variability in muscle fibre areas in whole human quadriceps muscle: effects of increasing age. *J Anat*, 174, 239-249.
- Lexell, J., Taylor, C. C. et Sjostrom, M. (1988). What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci*, 84(2-3), 275-294.
- Li, D., Sinclair, A., Mann, N., Turner, A., Ball, M., Kelly, F., . . . Wilson, A. (1999). The association of diet and thrombotic risk factors in healthy male vegetarians and meat-eaters. *Eur J Clin Nutr*, 53(8), 612-619.
- Li, Z. et Heber, D. (2012). Sarcopenic obesity in the elderly and strategies for weight management. *Nutr Rev*, 70(1), 57-64. doi: 10.1111/j.1753-4887.2011.00453.x
- Libardi, C. A., De Souza, G. V., Cavaglieri, C. R., Madruga, V. A. et Chacon-Mikahil, M. P. (2012). Effect of resistance, endurance, and concurrent training on TNF-alpha, IL-6, and CRP. *Med Sci Sports Exerc*, 44(1), 50-56. doi: 10.1249/MSS.0b013e318229d2e9
- Loeser, R. F. (2013). Aging processes and the development of osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol*, 25(1), 108-113. doi: 10.1097/BOR.0b013e32835a9428
- Long, D. M. (1985). Aging in the nervous system. *Neurosurgery*, 17(2), 348-354.
- Lord, C., Chaput, J. P., Aubertin-Leheudre, M., Labonte, M. et Dionne, I. J. (2007). Dietary animal protein intake: association with muscle mass index in older women. *J Nutr Health Aging*, 11(5), 383-387.

- Luscombe, N. D., Clifton, P. M., Noakes, M., Farnsworth, E. et Wittert, G. (2003). Effect of a high-protein, energy-restricted diet on weight loss and energy expenditure after weight stabilization in hyperinsulinemic subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 27(5), 582-590. doi: 10.1038/sj.ijo.0802270
- Lyyra, T. M., Leskinen, E. et Heikkinen, E. (2005). A cohort study found good respiratory, sensory and motor functions decreased mortality risk in older people. *J Clin Epidemiol*, 58(5), 509-516. doi: 10.1016/j.jclinepi.2004.08.015
- Macaluso, A. et De Vito, G. (2004). Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol*, 91(4), 450-472. doi: 10.1007/s00421-003-0991-3
- MacIntosh, B.R. Gardiner, P.F. McComas, A.J. (2006). *Skeletal muscle: Form and function* (2nd ed.). Windsor, Ontario: Human Kinetics.
- Madden, D. J., Whiting, W. L., Huettel, S. A., White, L. E., MacFall, J. R. et Provenzale, J. M. (2004). Diffusion tensor imaging of adult age differences in cerebral white matter: relation to response time. *Neuroimage*, 21(3), 1174-1181. doi: 10.1016/j.neuroimage.2003.11.004
- Malafarina, V., Uriz-Otano, F., Iniesta, R. et Gil-Guerrero, L. (2013). Effectiveness of nutritional supplementation on muscle mass in treatment of sarcopenia in old age: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc*, 14(1), 10-17. doi: 10.1016/j.jamda.2012.08.001
- Manini, T. M. et Clark, B. C. (2012). Dynapenia and aging: an update. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 67(1), 28-40. doi: 10.1093/gerona/glr010
- Manini, T. M., Visser, M., Won-Park, S., Patel, K. V., Strotmeyer, E. S., Chen, H., . . . Harris, T. B. (2007). Knee extension strength cutpoints for maintaining mobility. *J Am Geriatr Soc*, 55(3), 451-457. doi: 10.1111/j.1532-5415.2007.01087.x
- Marner, L., Nyengaard, J. R., Tang, Y. et Pakkenberg, B. (2003). Marked loss of myelinated nerve fibers in the human brain with age. *J Comp Neurol*, 462(2), 144-152. doi: 10.1002/cne.10714
- Marshall, J. A., Bessesen, D. H. et Hamman, R. F. (1997). High saturated fat and low starch and fibre are associated with hyperinsulinaemia in a non-diabetic population: the San Luis Valley Diabetes Study. *Diabetologia*, 40(4), 430-438. doi: 10.1007/s001250050697
- Masoro, E. (1995). *Handbook of Physiology Section 11* (E. Masoro Ed.). New York: Oxford University Press.
- Masoro, E. J. (2005). Overview of caloric restriction and ageing. *Mech Ageing Dev*, 126(9), 913-922. doi: 10.1016/j.mad.2005.03.012
- Maughan, R. J., Watson, J. S. et Weir, J. (1983). Strength and cross-sectional area of human skeletal muscle. *J Physiol*, 338, 37-49.
- Mayer, F., Scharhag-Rosenberger, F., Carlsohn, A., Cassel, M., Muller, S. et Scharhag, J. (2011). The intensity and effects of strength training in the elderly. *Dtsch Arztebl Int*, 108(21), 359-364. doi: 10.3238/arztebl.2011.0359
- McAuley, K. A., Hopkins, C. M., Smith, K. J., McLay, R. T., Williams, S. M., Taylor, R. W. et Mann, J. I. (2005). Comparison of high-fat and high-protein diets with a high-carbohydrate diet in insulin-resistant obese women. *Diabetologia*, 48(1), 8-16. doi: 10.1007/s00125-004-1603-4

- McComas, A. J., Fawcett, P. R., Campbell, M. J. et Sica, R. E. (1971). Electrophysiological estimation of the number of motor units within a human muscle. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 34(2), 121-131.
- McGinley, M., Hoffman, R. L., Russ, D. W., Thomas, J. S. et Clark, B. C. (2010). Older adults exhibit more intracortical inhibition and less intracortical facilitation than young adults. *Exp Gerontol*, 45(9), 671-678. doi: 10.1016/j.exger.2010.04.005
- McNeil, C. J., Doherty, T. J., Stashuk, D. W. et Rice, C. L. (2005). Motor unit number estimates in the tibialis anterior muscle of young, old, and very old men. *Muscle Nerve*, 31(4), 461-467. doi: 10.1002/mus.20276
- Meckling, K. A. et Sherfey, R. (2007). A randomized trial of a hypocaloric high-protein diet, with and without exercise, on weight loss, fitness, and markers of the Metabolic Syndrome in overweight and obese women. *Appl Physiol Nutr Metab*, 32(4), 743-752. doi: 10.1139/H07-059
- Meijer, E. P., Westerterp, K. R. et Verstappen, F. T. (2000). Effect of exercise training on physical activity and substrate utilization in the elderly. *Int J Sports Med*, 21(7), 499-504. doi: 10.1055/s-2000-7419
- Menzio, R., Bondi, M., Baldini, A., Venneri, M. G., Velardo, A. et Del Rio, G. (2000). Resting metabolic rate, fat-free mass and catecholamine excretion during weight loss in female obese patients. *Br J Nutr*, 84(4), 515-520.
- Messier, V., Rabasa-Lhoret, R., Barbat-Artigas, S., Elisha, B., Karelis, A. D. et Aubertin-Leheudre, M. (2011). Menopause and sarcopenia: A potential role for sex hormones. *Maturitas*, 68(4), 331-336. doi: 10.1016/j.maturitas.2011.01.014
- Milan, A. et Vezina, M. (2011). *Femmes au Canada: rapport statistique fondé sur le sexe* Ottawa.
- Miller, S. L. et Wolfe, R. R. (2008). The danger of weight loss in the elderly. *J Nutr Health Aging*, 12(7), 487-491.
- Miszko, T. A., Cress, M. E., Slade, J. M., Covey, C. J., Agrawal, S. K. et Doerr, C. E. (2003). Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 58(2), 171-175.
- Mojtahedi, M. C., Thorpe, M. P., Karampinos, D. C., Johnson, C. L., Layman, D. K., Georgiadis, J. G. et Evans, E. M. (2011). The effects of a higher protein intake during energy restriction on changes in body composition and physical function in older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 66(11), 1218-1225. doi: 10.1093/gerona/glr120
- Montero-Odasso, M., Schapira, M., Soriano, E. R., Varela, M., Kaplan, R., Camera, L. A. et Mayorga, L. M. (2005). Gait velocity as a single predictor of adverse events in healthy seniors aged 75 years and older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 60(10), 1304-1309.
- Moritani, T. et deVries, H. A. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med*, 58(3), 115-130.
- Muscaritoli, M., Anker, S. D., Argiles, J., Aversa, Z., Bauer, J. M., Biolo, G., . . . Sieber, C. C. (2010). Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) "cachexia-anorexia in chronic wasting diseases" and "nutrition in geriatrics". *Clin Nutr*, 29(2), 154-159. doi: 10.1016/j.clnu.2009.12.004

- Narici, M. V. et Maganaris, C. N. (2006). Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. *J Anat*, 208(4), 433-443. doi: 10.1111/j.1469-7580.2006.00548.x
- Nelson, R. M., Soderberg, G. L. et Urbscheit, N. L. (1983). Comparison of skeletal muscle motor unit discharge characteristics in young and aged humans. *Arch Gerontol Geriatr*, 2(3), 255-264.
- Newman, A. B., Haggerty, C. L., Goodpaster, B., Harris, T., Kritchevsky, S., Nevitt, M., . . . Body Composition Research, Group. (2003). Strength and muscle quality in a well-functioning cohort of older adults: the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc*, 51(3), 323-330.
- Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E. M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., . . . Harris, T. B. (2006). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61(1), 72-77.
- NIH, National Institute of Health. (1998). Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults--The Evidence Report. National Institutes of Health. *Obes Res*, 6 Suppl 2, 51S-209S.
- Noakes, M., Keogh, J. B., Foster, P. R. et Clifton, P. M. (2005). Effect of an energy-restricted, high-protein, low-fat diet relative to a conventional high-carbohydrate, low-fat diet on weight loss, body composition, nutritional status, and markers of cardiovascular health in obese women. *Am J Clin Nutr*, 81(6), 1298-1306.
- NSCA. (2008). *Essentials of strength training and conditioning* (Roger W. Earle Thomas R. Baechle Ed. 3e ed.). Windsor, Ontario: Human Kinetics.
- O'Connor, A., Gibney, J. et Roche, H. M. (2010). Metabolic and hormonal aspects of polycystic ovary syndrome: the impact of diet. *Proc Nutr Soc*, 69(4), 628-635. doi: 10.1017/S0029665110002016
- O'Donovan, G., Thomas, E. L., McCarthy, J. P., Fitzpatrick, J., Durighel, G., Mehta, S., . . . Bell, J. D. (2009). Fat distribution in men of different waist girth, fitness level and exercise habit. *Int J Obes (Lond)*, 33(12), 1356-1362. doi: 10.1038/ijo.2009.189
- Ochala, J., Frontera, W. R., Dorer, D. J., Van Hoecke, J. et Krivickas, L. S. (2007). Single skeletal muscle fiber elastic and contractile characteristics in young and older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 62(4), 375-381.
- OMS, Organisation mondiale de la santé. (2012). Obésité et surpoids.
- Ostchega, Y., Harris, T. B., Hirsch, R., Parsons, V. L. et Kington, R. (2000). The prevalence of functional limitations and disability in older persons in the US: data from the National Health and Nutrition Examination Survey III. *J Am Geriatr Soc*, 48(9), 1132-1135.
- Paddon-Jones, D., Sheffield-Moore, M., Katsanos, C. S., Zhang, X. J. et Wolfe, R. R. (2006). Differential stimulation of muscle protein synthesis in elderly humans following isocaloric ingestion of amino acids or whey protein. *Exp Gerontol*, 41(2), 215-219. doi: 10.1016/j.exger.2005.10.006
- Paddon-Jones, D., Sheffield-Moore, M., Zhang, X. J., Volpi, E., Wolf, S. E., Aarsland, A., . . . Wolfe, R. R. (2004). Amino acid ingestion improves muscle protein synthesis in the young and elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 286(3), E321-328. doi: 10.1152/ajpendo.00368.2003

- Pannemans, D. L., Wagenmakers, A. J., Westerterp, K. R., Schaafsma, G. et Halliday, D. (1998). Effect of protein source and quantity on protein metabolism in elderly women. *Am J Clin Nutr*, 68(6), 1228-1235.
- Patten, C., Kamen, G. et Rowland, D. M. (2001). Adaptations in maximal motor unit discharge rate to strength training in young and older adults. *Muscle Nerve*, 24(4), 542-550.
- Peeters, A., Bonneux, L., Nusselder, W. J., De Laet, C. et Barendregt, J. J. (2004). Adult obesity and the burden of disability throughout life. *Obes Res*, 12(7), 1145-1151. doi: 10.1038/oby.2004.143
- Penninx, B. W., Ferrucci, L., Leveille, S. G., Rantanen, T., Pahor, M. et Guralnik, J. M. (2000). Lower extremity performance in nondisabled older persons as a predictor of subsequent hospitalization. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(11), M691-697.
- Pereira, A., Izquierdo, M., Silva, A. J., Costa, A. M., Bastos, E., Gonzalez-Badillo, J. J. et Marques, M. C. (2012). Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. *Exp Gerontol*, 47(3), 250-255. doi: 10.1016/j.exger.2011.12.010
- Peterson, M. D., Rhea, M. R., Sen, A. et Gordon, P. M. (2010). Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Ageing Res Rev*, 9(3), 226-237. doi: 10.1016/j.arr.2010.03.004
- Poehlman, E. T., Toth, M. J. et Gardner, A. W. (1995). Changes in energy balance and body composition at menopause: a controlled longitudinal study. *Ann Intern Med*, 123(9), 673-675.
- Pouliot, M. C., Despres, J. P., Nadeau, A., Moorjani, S., Prud'Homme, D., Lupien, P. J., . . . Bouchard, C. (1992). Visceral obesity in men. Associations with glucose tolerance, plasma insulin, and lipoprotein levels. *Diabetes*, 41(7), 826-834.
- Racette, S. B., Evans, E. M., Weiss, E. P., Hagberg, J. M. et Holloszy, J. O. (2006). Abdominal adiposity is a stronger predictor of insulin resistance than fitness among 50-95 year olds. *Diabetes Care*, 29(3), 673-678.
- Radaelli, R., Botton, C. E., Wilhelm, E. N., Bottaro, M., Lacerda, F., Gaya, A., . . . Pinto, R. S. (2013). Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. *Exp Gerontol*, 48(8), 710-716. doi: 10.1016/j.exger.2013.04.003
- Rantanen, T., Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Penninx, B. W., Leveille, S., Sipila, S. et Fried, L. P. (2001). Coimpairments as predictors of severe walking disability in older women. *J Am Geriatr Soc*, 49(1), 21-27.
- Rantanen, T., Guralnik, J. M., Foley, D., Masaki, K., Leveille, S., Curb, J. D. et White, L. (1999). Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *JAMA*, 281(6), 558-560.
- Rantanen, T., Guralnik, J. M., Sakari-Rantala, R., Leveille, S., Simonsick, E. M., Ling, S. et Fried, L. P. (1999). Disability, physical activity, and muscle strength in older women: the Women's Health and Aging Study. *Arch Phys Med Rehabil*, 80(2), 130-135.
- Rasmussen, B. B., Wolfe, R. R. et Volpi, E. (2002). Oral and intravenously administered amino acids produce similar effects on muscle protein synthesis in the elderly. *J Nutr Health Aging*, 6(6), 358-362.
- Renganathan, M., Messi, M. L. et Delbono, O. (1997). Dihydropyridine receptor-ryanodine receptor uncoupling in aged skeletal muscle. *J Membr Biol*, 157(3), 247-253.

- Riesco, E., Aubertin-Leheudre, M., Maltais, M. L., Audet, M. et Dionne, I. J. (2010). Synergic effect of phytoestrogens and exercise training on cardiovascular risk profile in exercise-responder postmenopausal women: a pilot study. *Menopause*, 17(5), 1035-1039. doi: 10.1097/gme.0b013e3181da7915
- Rising, R., Harper, I. T., Fontvielle, A. M., Ferraro, R. T., Spraul, M. et Ravussin, E. (1994). Determinants of total daily energy expenditure: variability in physical activity. *Am J Clin Nutr*, 59(4), 800-804.
- Robbins, S., Waked, E. et McClaran, J. (1995). Proprioception and stability: foot position awareness as a function of age and footwear. *Age Ageing*, 24(1), 67-72.
- Roberts, P. R. et Zaloga, G. P. (1994). Dietary bioactive peptides. *New Horiz*, 2(2), 237-243.
- Rolland, Y. M., Perry, H. M., 3rd, Patrick, P., Banks, W. A. et Morley, J. E. (2007). Loss of appendicular muscle mass and loss of muscle strength in young postmenopausal women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 62(3), 330-335.
- Rosenberg, I. H. (1989). Summary comments. *Am J Clin Nutr*, 50, 1231-1233.
- Rosenberg, I. H. et Roubenoff, R. (1995). Stalking sarcopenia. *Ann Intern Med*, 123(9), 727-728.
- Ross, R., Aru, J., Freeman, J., Hudson, R. et Janssen, I. (2002). Abdominal adiposity and insulin resistance in obese men. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 282(3), E657-663. doi: 10.1152/ajpendo.00469.2001
- Ross, R., Freeman, J., Hudson, R. et Janssen, I. (2002). Abdominal obesity, muscle composition, and insulin resistance in premenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab*, 87(11), 5044-5051.
- Rossi, A., Ganassini, A., Tantucci, C. et Grassi, V. (1996). Aging and the respiratory system. *Aging (Milano)*, 8(3), 143-161.
- Roubenoff, R. et Hughes, V. A. (2000). Sarcopenia: current concepts. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(12), M716-724.
- Rousset, S., Patureau Mirand, P., Brandolini, M., Martin, J. F. et Boirie, Y. (2003). Daily protein intakes and eating patterns in young and elderly French. *Br J Nutr*, 90(6), 1107-1115.
- Rowe, J. B., Siebner, H., Filipovic, S. R., Cordivari, C., Gerschlager, W., Rothwell, J. et Frackowiak, R. (2006). Aging is associated with contrasting changes in local and distant cortical connectivity in the human motor system. *Neuroimage*, 32(2), 747-760. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.03.061
- Saini, A., Faulkner, S., Al-Shanti, N. et Stewart, C. (2009). Powerful signals for weak muscles. *Ageing Res Rev*, 8(4), 251-267. doi: 10.1016/j.arr.2009.02.001
- Salat, D. H., Buckner, R. L., Snyder, A. Z., Greve, D. N., Desikan, R. S., Busa, E., . . . Fischl, B. (2004). Thinning of the cerebral cortex in aging. *Cereb Cortex*, 14(7), 721-730. doi: 10.1093/cercor/bhh032
- Salazar, M. R., Carbajal, H. A., Espeche, W. G., Aizpurua, M., Maciel, P. M. et Reaven, G. M. (2014). Identification of cardiometabolic risk: visceral adiposity index versus triglyceride/HDL cholesterol ratio. *Am J Med*, 127(2), 152-157. doi: 10.1016/j.amjmed.2013.10.012
- Sale, M. V. et Semmler, J. G. (2005). Age-related differences in corticospinal control during functional isometric contractions in left and right hands. *J Appl Physiol*, 99(4), 1483-1493. doi: 10.1152/jappphysiol.00371.2005

- Sawaki, L., Yaseen, Z., Kopylev, L. et Cohen, L. G. (2003). Age-dependent changes in the ability to encode a novel elementary motor memory. *Ann Neurol*, 53(4), 521-524. doi: 10.1002/ana.10529
- Sayers, S. P., Bean, J., Cuoco, A., LeBrasseur, N. K., Jette, A. et Fielding, R. A. (2003). Changes in function and disability after resistance training: does velocity matter?: a pilot study. *Am J Phys Med Rehabil*, 82(8), 605-613. doi: 10.1097/01.PHM.0000078225.71442.B6
- Schaap, L. A., Pluijm, S. M., Deeg, D. J., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., . . . Health, A. B. C. Study. (2009). Higher inflammatory marker levels in older persons: associations with 5-year change in muscle mass and muscle strength. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 64(11), 1183-1189. doi: 10.1093/gerona/glp097
- Schaap, L. A., Pluijm, S. M., Deeg, D. J. et Visser, M. (2006). Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. *Am J Med*, 119(6), 526 e529-517. doi: 10.1016/j.amjmed.2005.10.049
- Scheen, A. J., Paquot, N. et Bauduceau, B. (2014). [Diabetes mellitus in the elderly: from the epidemiological challenge to a personalized approach]. *Rev Med Liege*, 69(5-6), 323-328.
- Schrager, M. A., Metter, E. J., Simonsick, E., Ble, A., Bandinelli, S., Lauretani, F. et Ferrucci, L. (2007). Sarcopenic obesity and inflammation in the InCHIANTI study. *J Appl Physiol* (1985), 102(3), 919-925. doi: 10.1152/japplphysiol.00627.2006
- Schurch, M. A., Rizzoli, R., Slosman, D., Vadas, L., Vergnaud, P. et Bonjour, J. P. (1998). Protein supplements increase serum insulin-like growth factor-I levels and attenuate proximal femur bone loss in patients with recent hip fracture. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Ann Intern Med*, 128(10), 801-809.
- Senecal, M., Bouchard, D. R., Dionne, I. J. et Brochu, M. (2012). Lifestyle habits and physical capacity in patients with moderate or severe metabolic syndrome. *Metab Syndr Relat Disord*, 10(3), 232-240. doi: 10.1089/met.2011.0136
- Sergi, G., Sarti, S., Mosele, M., Ruggiero, E., Imoscopi, A., Miotto, F., . . . Coin, A. (2011). Changes in healthy elderly women's physical performance: a 3-year follow-up. *Exp Gerontol*, 46(11), 929-933. doi: 10.1016/j.exger.2011.08.008
- Shah, K., Armamento-Villareal, R., Parimi, N., Chode, S., Sinacore, D. R., Hilton, T. N., . . . Villareal, D. T. (2011). Exercise training in obese older adults prevents increase in bone turnover and attenuates decrease in hip bone mineral density induced by weight loss despite decline in bone-active hormones. *J Bone Miner Res*, 26(12), 2851-2859. doi: 10.1002/jbmr.475
- Sharman, M. J., Gomez, A. L., Kraemer, W. J. et Volek, J. S. (2004). Very low-carbohydrate and low-fat diets affect fasting lipids and postprandial lipemia differently in overweight men. *J Nutr*, 134(4), 880-885.
- Sigal, R. J., Kenny, G. P., Boule, N. G., Wells, G. A., Prud'homme, D., Fortier, M., . . . Jaffey, J. (2007). Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med*, 147(6), 357-369.
- Silva, N. L., Oliveira, R. B., Fleck, S. J., Leon, A. C. et Farinatti, P. (2014). Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: a meta-analysis of dose-response relationships. *J Sci Med Sport*, 17(3), 337-344. doi: 10.1016/j.jsams.2013.05.009

- Singh, M. A. (2004). Exercise and aging. *Clin Geriatr Med*, 20(2), 201-221. doi: 10.1016/j.cger.2004.03.003
- Skov, A. R., Toubro, S., Ronn, B., Holm, L. et Astrup, A. (1999). Randomized trial on protein vs carbohydrate in ad libitum fat reduced diet for the treatment of obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 23(5), 528-536.
- Slivka, D., Raue, U., Hollon, C., Minchev, K. et Trappe, S. (2008). Single muscle fiber adaptations to resistance training in old (>80 yr) men: evidence for limited skeletal muscle plasticity. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 295(1), R273-280. doi: 10.1152/ajpregu.00093.2008
- Sloane, P. D., Baloh, R. W. et Honrubia, V. (1989). The vestibular system in the elderly: clinical implications. *Am J Otolaryngol*, 10(6), 422-429.
- Smith, A. E., Ridding, M. C., Higgins, R. D., Wittert, G. A. et Pitcher, J. B. (2009). Age-related changes in short-latency motor cortex inhibition. *Exp Brain Res*, 198(4), 489-500. doi: 10.1007/s00221-009-1945-8
- Snijder, M. B., Dekker, J. M., Visser, M., Yudkin, J. S., Stehouwer, C. D., Bouter, L. M., . . . Seidell, J. C. (2003). Larger thigh and hip circumferences are associated with better glucose tolerance: the Hoorn study. *Obes Res*, 11(1), 104-111. doi: 10.1038/oby.2003.18
- Snijder, M. B., Zimmet, P. Z., Visser, M., Dekker, J. M., Seidell, J. C. et Shaw, J. E. (2004). Independent and opposite associations of waist and hip circumferences with diabetes, hypertension and dyslipidemia: the AusDiab Study. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28(3), 402-409. doi: 10.1038/sj.ijo.0802567
- Steib, S., Schoene, D. et Pfeifer, K. (2010). Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 42(5), 902-914. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181c34465
- Sternfeld, B., Ngo, L., Satariano, W. A. et Tager, I. B. (2002). Associations of body composition with physical performance and self-reported functional limitation in elderly men and women. *Am J Epidemiol*, 156(2), 110-121.
- Stuck, A. E., Walthert, J. M., Nikolaus, T., Bula, C. J., Hohmann, C. et Beck, J. C. (1999). Risk factors for functional status decline in community-living elderly people: a systematic literature review. *Soc Sci Med*, 48(4), 445-469.
- Studenski, S., Perera, S., Wallace, D., Chandler, J. M., Duncan, P. W., Rooney, E., . . . Guralnik, J. M. (2003). Physical performance measures in the clinical setting. *J Am Geriatr Soc*, 51(3), 314-322.
- Suominen, H. (2006). Muscle training for bone strength. *Aging Clin Exp Res*, 18(2), 85-93.
- Sutton-Tyrrell, K., Lassila, H. C., Meilahn, E., Bunker, C., Matthews, K. A. et Kuller, L. H. (1998). Carotid atherosclerosis in premenopausal and postmenopausal women and its association with risk factors measured after menopause. *Stroke*, 29(6), 1116-1121.
- Symons, T. B., Schutzler, S. E., Cocke, T. L., Chinkes, D. L., Wolfe, R. R. et Paddon-Jones, D. (2007). Aging does not impair the anabolic response to a protein-rich meal. *Am J Clin Nutr*, 86(2), 451-456.
- Taaffe, D. R., Pruitt, L., Reim, J., Butterfield, G. et Marcus, R. (1995). Effect of sustained resistance training on basal metabolic rate in older women. *J Am Geriatr Soc*, 43(5), 465-471.

- Tanko, L. B., Movsesyan, L., Mouritzen, U., Christiansen, C. et Svendsen, O. L. (2002). Appendicular lean tissue mass and the prevalence of sarcopenia among healthy women. *Metabolism*, 51(1), 69-74.
- Tchernof, A. et Despres, J. P. (2013). Pathophysiology of human visceral obesity: an update. *Physiol Rev*, 93(1), 359-404. doi: 10.1152/physrev.00033.2011
- Tieland, M., van de Rest, O., Dirks, M. L., van der Zwaluw, N., Mensink, M., van Loon, L. J. et de Groot, L. C. (2012). Protein supplementation improves physical performance in frail elderly people: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Am Med Dir Assoc*, 13(8), 720-726. doi: 10.1016/j.jamda.2012.07.005
- Tortora, J. Derrickson, B. (2007). *Principe d'anatomie et de physiologie* (M. Martin Forest, L., Trans. 2e ed.). Saint-Laurent, Québec: Éditions du renouveau pédagogique inc. .
- Trappe, S., Godard, M., Gallagher, P., Carroll, C., Rowden, G. et Porter, D. (2001). Resistance training improves single muscle fiber contractile function in older women. *Am J Physiol Cell Physiol*, 281(2), C398-406.
- Trappe, S., Williamson, D., Godard, M., Porter, D., Rowden, G. et Costill, D. (2000). Effect of resistance training on single muscle fiber contractile function in older men. *J Appl Physiol*, 89(1), 143-152.
- Treuth, M. S., Hunter, G. R., Kekes-Szabo, T., Weinsier, R. L., Goran, M. I. et Berland, L. (1995). Reduction in intra-abdominal adipose tissue after strength training in older women. *J Appl Physiol* (1985), 78(4), 1425-1431.
- Treuth, M. S., Hunter, G. R., Weinsier, R. L. et Kell, S. H. (1995). Energy expenditure and substrate utilization in older women after strength training: 24-h calorimeter results. *J Appl Physiol* (1985), 78(6), 2140-2146.
- Tzankoff, S. P. et Norris, A. H. (1978). Longitudinal changes in basal metabolism in man. *J Appl Physiol*, 45(4), 536-539.
- Van Cutsem, M., Duchateau, J. et Hainaut, K. (1998). Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. *J Physiol*, 513 (Pt 1), 295-305.
- van Dale, D. et Saris, W. H. (1989). Repetitive weight loss and weight regain: effects on weight reduction, resting metabolic rate, and lipolytic activity before and after exercise and/or diet treatment. *Am J Clin Nutr*, 49(3), 409-416.
- Vega-Lopez, S. et Lichtenstein, A. H. (2005). Dietary protein type and cardiovascular disease risk factors. *Prev Cardiol*, 8(1), 31-40.
- Verdijk, L. B., Jonkers, R. A., Gleeson, B. G., Beelen, M., Meijer, K., Savelberg, H. H., . . . van Loon, L. J. (2009). Protein supplementation before and after exercise does not further augment skeletal muscle hypertrophy after resistance training in elderly men. *Am J Clin Nutr*, 89(2), 608-616. doi: 10.3945/ajcn.2008.26626
- Verreijen, A. M., Verlaan, S., Engberink, M. F., Swinkels, S., de Vogel-van den Bosch, J. et Weijs, P. J. (2015). A high whey protein-, leucine-, and vitamin D-enriched supplement preserves muscle mass during intentional weight loss in obese older adults: a double-blind randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*, 101(2), 279-286. doi: 10.3945/ajcn.114.090290
- Vincent, K. R. et Braith, R. W. (2002). Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. *Med Sci Sports Exerc*, 34(1), 17-23.

- Visser, M., Harris, T. B., Fox, K. M., Hawkes, W., Hebel, J. R., Yahiro, J. Y., . . . Magaziner, J. (2000). Change in muscle mass and muscle strength after a hip fracture: relationship to mobility recovery. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(8), M434-440.
- Visser, M., Harris, T. B., Langlois, J., Hannan, M. T., Roubenoff, R., Felson, D. T., . . . Kiel, D. P. (1998). Body fat and skeletal muscle mass in relation to physical disability in very old men and women of the Framingham Heart Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 53(3), M214-221.
- Visser, M., Kritchevsky, S. B., Goodpaster, B. H., Newman, A. B., Nevitt, M., Stamm, E. et Harris, T. B. (2002). Leg muscle mass and composition in relation to lower extremity performance in men and women aged 70 to 79: the health, aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc*, 50(5), 897-904.
- Visser, M., Newman, A. B., Nevitt, M. C., Kritchevsky, S. B., Stamm, E. B., Goodpaster, B. H. et Harris, T. B. (2000). Reexamining the sarcopenia hypothesis. Muscle mass versus muscle strength. Health, Aging, and Body Composition Study Research Group. *Ann N Y Acad Sci*, 904, 456-461.
- Visser, M., Simonsick, E. M., Colbert, L. H., Brach, J., Rubin, S. M., Kritchevsky, S. B., . . . Health, A. B. C. Study. (2005). Type and intensity of activity and risk of mobility limitation: the mediating role of muscle parameters. *J Am Geriatr Soc*, 53(5), 762-770. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.53257.x
- Volpi, E., Ferrando, A. A., Yeckel, C. W., Tipton, K. D. et Wolfe, R. R. (1998). Exogenous amino acids stimulate net muscle protein synthesis in the elderly. *J Clin Invest*, 101(9), 2000-2007. doi: 10.1172/JCI939
- Vrachnis, N., Zygouris, D., Iliodromiti, Z., Daniilidis, A., Valsamakis, G. et Kalantaridou, S. (2014). Probing the impact of sex steroids and menopause-related sex steroid deprivation on modulation of immune senescence. *Maturitas*, 78(3), 174-178. doi: 10.1016/j.maturitas.2014.04.014
- Waters, D. L., Ward, A. L. et Villareal, D. T. (2013). Weight loss in obese adults 65 years and older: a review of the controversy. *Exp Gerontol*, 48(10), 1054-1061. doi: 10.1016/j.exger.2013.02.005
- Weiss, E. P., Racette, S. B., Villareal, D. T., Fontana, L., Steger-May, K., Schechtman, K. B., . . . Washington University School of Medicine, Calerie Group. (2007). Lower extremity muscle size and strength and aerobic capacity decrease with caloric restriction but not with exercise-induced weight loss. *J Appl Physiol*, 102(2), 634-640. doi: 10.1152/jappphysiol.00853.2006
- Welle, S., Bhatt, K., Shah, B. et Thornton, C. (2002). Insulin-like growth factor-1 and myostatin mRNA expression in muscle: comparison between 62-77 and 21-31 yr old men. *Exp Gerontol*, 37(6), 833-839.
- Westerterp-Plantenga, M. S. (2003). The significance of protein in food intake and body weight regulation. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 6(6), 635-638. doi: 10.1097/01.mco.0000098087.40916.c4
- Westerterp-Plantenga, M. S., Lejeune, M. P., Nijs, I., van Ooijen, M. et Kovacs, E. M. (2004). High protein intake sustains weight maintenance after body weight loss in humans. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28(1), 57-64. doi: 10.1038/sj.ijo.0802461
- Westerterp-Plantenga, M. S., Nieuwenhuizen, A., Tome, D., Soenen, S. et Westerterp, K. R. (2009). Dietary protein, weight loss, and weight maintenance. *Annu Rev Nutr*, 29, 21-41. doi: 10.1146/annurev-nutr-080508-141056

- WHO. (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*, 894, i-xii, 1-253.
- Willett, W. C., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Colditz, G. A., Rosner, B., Speizer, F. E. et Hennekens, C. H. (1995). Weight, weight change, and coronary heart disease in women. Risk within the 'normal' weight range. *JAMA*, 273(6), 461-465.
- Wilmore, J. H. (1991). The aging of bone and muscle. *Clin Sports Med*, 10(2), 231-244.
- Winters-Stone, K. M., Dobek, J., Bennett, J. A., Nail, L. M., Leo, M. C. et Schwartz, A. (2012). The effect of resistance training on muscle strength and physical function in older, postmenopausal breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *J Cancer Surviv*, 6(2), 189-199. doi: 10.1007/s11764-011-0210-x
- Wishnofsky, M. (1958). Caloric equivalents of gained or lost weight. *Am J Clin Nutr*, 6(5), 542-546.
- Witteman, J. C., Grobbee, D. E., Kok, F. J., Hofman, A. et Valkenburg, H. A. (1989). Increased risk of atherosclerosis in women after the menopause. *BMJ*, 298(6674), 642-644.
- Wolfe, R. R. (2002). Regulation of muscle protein by amino acids. *J Nutr*, 132(10), 3219S-3224S.
- Wolfe, R. R., Miller, S. L. et Miller, K. B. (2008). Optimal protein intake in the elderly. *Clin Nutr*, 27(5), 675-684. doi: 10.1016/j.clnu.2008.06.008
- Woo, J., Ho, S. C. et Yu, A. L. (1999). Walking speed and stride length predicts 36 months dependency, mortality, and institutionalization in Chinese aged 70 and older. *J Am Geriatr Soc*, 47(10), 1257-1260.
- Wycherley, T. P., Brinkworth, G. D., Clifton, P. M. et Noakes, M. (2012). Comparison of the effects of 52 weeks weight loss with either a high-protein or high-carbohydrate diet on body composition and cardiometabolic risk factors in overweight and obese males. *Nutr Diabetes*, 2, e40. doi: 10.1038/nutd.2012.11
- Wycherley, T. P., Buckley, J. D., Noakes, M., Clifton, P. M. et Brinkworth, G. D. (2013). Comparison of the effects of weight loss from a high-protein versus standard-protein energy-restricted diet on strength and aerobic capacity in overweight and obese men. *Eur J Nutr*, 52(1), 317-325. doi: 10.1007/s00394-012-0338-0
- Wycherley, T. P., Noakes, M., Clifton, P. M., Cleanthous, X., Keogh, J. B. et Brinkworth, G. D. (2010a). A high-protein diet with resistance exercise training improves weight loss and body composition in overweight and obese patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 33(5), 969-976. doi: 10.2337/dc09-1974
- Wycherley, T. P., Noakes, M., Clifton, P. M., Cleanthous, X., Keogh, J. B. et Brinkworth, G. D. (2010b). Timing of protein ingestion relative to resistance exercise training does not influence body composition, energy expenditure, glycaemic control or cardiometabolic risk factors in a hypocaloric, high protein diet in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab*, 12(12), 1097-1105. doi: 10.1111/j.1463-1326.2010.01307.x
- Xue, Q. L., Beamer, B. A., Chaves, P. H., Guralnik, J. M. et Fried, L. P. (2010). Heterogeneity in rate of decline in grip, hip, and knee strength and the risk of all-cause mortality: the Women's Health and Aging Study II. *J Am Geriatr Soc*, 58(11), 2076-2084. doi: 10.1111/j.1532-5415.2010.03154.x
- Xue, Q. L., Walston, J. D., Fried, L. P. et Beamer, B. A. (2011). Prediction of risk of falling, physical disability, and frailty by rate of decline in grip strength: the women's health

- and aging study. *Arch Intern Med*, 171(12), 1119-1121. doi: 10.1001/archinternmed.2011.252
- You, T., Berman, D. M., Ryan, A. S. et Nicklas, B. J. (2004). Effects of hypocaloric diet and exercise training on inflammation and adipocyte lipolysis in obese postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab*, 89(4), 1739-1746.
- Young, A. et Skelton, D. A. (1994). Applied physiology of strength and power in old age. *Int J Sports Med*, 15(3), 149-151. doi: 10.1055/s-2007-1021037
- Yu, F., Hedstrom, M., Cristea, A., Dalen, N. et Larsson, L. (2007). Effects of ageing and gender on contractile properties in human skeletal muscle and single fibres. *Acta Physiol (Oxf)*, 190(3), 229-241. doi: 10.1111/j.1748-1716.2007.01699.x
- Zoico, E., Di Francesco, V., Guralnik, J. M., Mazzali, G., Bortolani, A., Guariento, S., . . . Zamboni, M. (2004). Physical disability and muscular strength in relation to obesity and different body composition indexes in a sample of healthy elderly women. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28(2), 234-241. doi: 10.1038/sj.ijo.0802552

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT À LA RECHERCHE**TITRE DU PROJET DE RECHERCHE**

Effets de l'entraînement en résistance et d'une diète riche en protéines animales sur la perte de poids, la composition corporelle et le profil de santé de femmes âgées entre 60 et 75 ans présentant un surplus de poids et atteintes de désordres métaboliques.

ÉQUIPE DE RECHERCHE

Chercheurs principaux : Martin Brochu, Ph.D.
Isabelle J. Dionne, Ph.D.

Collaborateur : Dr Daniel Tessier, MD
Médecin de l'étude

Professionnelles de recherche : Karine Perreault, B.Sc., kinésiologue, coordonnatrice du projet
Martine Fisch, infirmière
Audrey Therriault, nutritionniste

ORGANISME SUBVENTIONNAIRE

L'équipe de chercheurs responsables du projet a reçu le financement des *Instituts de recherche en santé du Canada* pour mener à bien ce projet de recherche.

PRÉAMBULE

Nous vous proposons de participer à une étude dont le but est d'évaluer les effets d'un programme de perte de poids sur la composition corporelle et le profil de santé de femmes ménopausées présentant un surplus de poids et atteintes de désordres métaboliques. Vous êtes présentement ménopausée et vous avez un surplus de poids et c'est pourquoi nous sollicitons votre participation à ce projet de recherche. Cependant, avant d'accepter d'y participer et de signer ce formulaire d'information et de consentement, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles aux chercheurs responsables du projet ou aux membres du personnel affecté au projet de recherche et à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair.

NATURE ET OBJECTIFS DU PROJET DE RECHERCHE

En vieillissant, les gens ont tendance à avoir une augmentation de masse grasse, une diminution de la masse musculaire et une détérioration du profil de santé. Ces changements sont associés à une diminution de la capacité physique et de la qualité de vie à moyen-long terme.

La présente étude vise à mesurer les effets d'un programme de perte de poids sur la composition corporelle et le profil de santé. Si vous acceptez de participer à cette étude, et si les résultats des tests des premières visites indiquent aux chercheurs responsables de l'étude que vous remplissez les conditions pour y être admise, vous serez assignée au hasard à l'un des 4 groupes d'intervention (1: diète standard, 2: diète standard + entraînement en musculation 3: diète standard + collation riche en protéines et 4: diète standard + collation riche en protéines + entraînement en musculation. La durée totale de l'étude est de 24 semaines. Ceci comprend 4 semaines d'évaluation au début du projet, 16 semaines d'intervention et 4 semaines d'évaluation à la fin du projet.

Ce projet de recherche implique plusieurs visites au Centre de recherche sur le vieillissement du CSSS-IUGS (pavillon D'Youville) pour effectuer les différents tests, les séances d'entraînement et/ou assister à des rencontres d'information sur les habitudes alimentaires.

Tests

Toutes les participantes devront se déplacer au Centre de recherche sur le vieillissement à huit reprises pour effectuer les différents tests avant, pendant et après le projet (consultez le calendrier des visites à la dernière page du formulaire pour plus de détails).

Séances d'entraînement

En plus des déplacements associés aux différents tests à compléter, les participantes dans le groupe avec un programme d'exercices devront se déplacer 3 fois par semaine pendant 16 semaines à la salle de conditionnement physique située au Centre de recherche sur le vieillissement du CSSS-IUGS (pavillon D'Youville, local 5636).

Rencontres d'information sur les habitudes alimentaires

Finalement, les participantes des 4 groupes seront invitées à assister à des rencontres d'information concernant leurs habitudes alimentaires. Celles-ci se dérouleront à toutes les 2 semaines pendant 16 semaines (au total 8 rencontres) au Centre de recherche sur le vieillissement du CSSS-IUGS (pavillon D'Youville, local 2458).

Vous trouverez dans ce formulaire de consentement de plus amples détails sur les tests qui se feront pendant le projet.

DÉROULEMENT DU PROJET DE RECHERCHE

Description des différentes interventions

Restriction calorique : Cette intervention implique une restriction calorique (diète) de l'ordre de 500 à 1000 kcal/jour. Nous désirons restreindre la quantité de calories que vous ingérez dans le but d'induire une perte de poids variant entre 1 et 2 lbs par semaine. L'apport calorique quotidien qui vous sera prescrit dans le cadre de l'étude tiendra compte de votre métabolisme de repos (l'énergie que vous brûlez au repos), de vos habitudes alimentaires au début de l'étude et des variations hebdomadaires de votre poids tout au long du projet.

Vous devrez remplir un journal alimentaire sur une période de trois jours afin que nous soyons en mesure de déterminer vos habitudes alimentaires. Cet outil nous permettra de mieux vous orienter sur le plan nutritionnel.

À cet effet, une nutritionniste vous accompagnera dans la modification de vos comportements alimentaires. Votre apport calorique quotidien sera réévalué et réajusté au besoin afin de rencontrer les objectifs de l'étude.

La restriction calorique comprend 2 approches. Vous serez assignée à l'une *ou* l'autre de ces diètes.

- La diète standard respecte l'*Étendue des valeurs acceptables pour les macronutriments* (ÉVAM) du *Guide alimentaire canadien*, c'est-à-dire les proportions de glucides, protéines et lipides recommandées.
- La diète avec une collation riche en protéines. Les participantes qui reçoivent cette intervention devront avoir un apport supplémentaire de 25 grammes de protéines d'origine animale par jour sous la forme d'un choix de collations que la nutritionniste vous proposera. Pour les participantes qui seront à la fois dans ce groupe et dans le groupe d'entraînement en musculation, nous recommandons que les 25 grammes de protéines soient consommées à l'intérieur d'une période de deux heures après l'entraînement.

Entraînement musculaire: L'objectif est de maintenir ou augmenter la masse musculaire. Vous devrez vous entraîner 3 fois par semaine, à raison de 45-75 minutes par séance. Après une première semaine d'initiation à faible intensité, les participantes devront s'entraîner pendant 15 semaines à une intensité élevée. Une kinésiologue sera présente à toutes les séances d'entraînement pour vous encadrer et s'assurer du respect du protocole d'entraînement et que tout va bien. Vous devrez vous entraîner dans la salle d'entraînement du Centre de recherche sur le vieillissement (pavillon D'Youville, local 5636), dédiée uniquement à nos projets de recherche. Nous vous proposerons deux plages horaires d'entraînement, soit en matinée et en soirée (les heures exactes d'ouverture de la salle sont déterminées en fonction du nombre de participantes et de leur disponibilité).

Au total, quatre programmes d'entraînement vous seront enseignés pendant les 16 semaines d'intervention. Chaque programme dure un mois, ce qui vous donnera amplement le temps de vous familiariser avec chacun de ceux-ci. Une période d'échauffement est également prévue au début de chaque séance afin de vous préparer à faire un effort physique.

Rencontres d'information : Vous serez invitée à participer à des rencontres d'information sur les habitudes alimentaires à toutes les deux semaines pendant 16 semaines (au total 8 rencontres). Pendant ces rencontres, vous recevrez de l'information concernant les bienfaits de la nutrition sur la santé. Ces rencontres ont également pour objectifs 1) de vous offrir un support afin de discuter et de mettre en commun vos expériences avec celles d'autres personnes et 2) d'identifier les facteurs favorisant et limitant la perte de poids. Nous ferons également une mesure du poids corporel individuellement lors de ces rencontres pour faire un suivi.

Durée des rencontres: 75 minutes.

Un support nutritionnel sera disponible tout au long de l'intervention pour des rencontres individuelles, au besoin, sur rendez-vous.

COLLABORATION DU SUJET AU PROJET DE RECHERCHE

Peu importe le groupe d'intervention qui vous sera attribué, vous ne devrez pas changer vos habitudes d'activité physique à la maison en comparaison avec votre niveau initial.

AVANT L'INTERVENTION

PÉRIODE DE STABILISATION DU POIDS CORPOREL

Vous devrez prendre part à une période de stabilisation du poids d'une durée de 4 semaines, durant laquelle on vous demandera de maintenir un poids stable à ± 1 kg par rapport à celui que vous aviez lors de la première visite. Dans le cas contraire, un délai vous sera accordé afin de stabiliser votre poids sur une autre période de 4 semaines. Cette période est essentielle avant de débiter l'étude. Au cours de cette période, vous aurez à répondre à différents questionnaires concernant l'alimentation qui vous prendront environ 30 minutes à compléter.

Nous vous demanderons également d'apporter votre balance personnelle de la maison afin que nous puissions comparer votre poids mesuré sur cette dernière à celui mesuré sur notre balance de laboratoire. De plus, à la maison, vous aurez à écrire dans un journal alimentaire tout ce que vous mangez sur une période de 3 jours. Si toutefois vous n'arrivez vraiment pas à stabiliser votre poids pendant quatre semaines, nous ne pourrons pas vous admettre dans l'étude.

Veuillez noter que toutes les visites auront lieu au Centre de recherche sur le vieillissement.

VISITE #1 (V1)

Cette visite servira à confirmer que vous rencontrez tous les critères d'inclusion de l'étude. Lors de cette première rencontre, vous passerez les tests suivants:

- ◆ Questionnaire alimentaire (enquête alimentaire rapide par questionnaire simplifié) et questionnaire d'aptitude à faire de l'activité physique (Q-AAP) ;
- ◆ Tension artérielle et fréquence cardiaque de repos ;
- ◆ Poids, taille et circonférence de la taille et des hanches ;
- ◆ Composition corporelle (% de masse maigre, % de masse grasse) mesurée à l'aide d'un appareil émettant des rayons X de très faible intensité;
- ◆ Prise de sang à jeun depuis 12 heures pour mesurer le glucose et les lipides sanguins.

Un repas vous sera fourni après cette visite, d'une durée approximative de 90 minutes.

Une fois les données analysées, celles-ci nous permettront de déterminer votre admissibilité à l'étude. Nous vous contacterons par téléphone afin de discuter de vos résultats. Si vous êtes admissible au projet, nous vous convoquerons pour une deuxième visite d'évaluation.

VISITE #2 (V2)

- ◆ Métabolisme de repos d'une durée de 30 minutes pendant lesquelles vous devrez rester calme, sans bouger ni parler, en évitant toutefois de vous endormir ;
- ◆ Tension artérielle et fréquence cardiaque de repos;
- ◆ Surcharge orale de glucose. Ce test vise à mesurer votre taux de glucose (sucre) dans le sang par des prélèvements sanguins réalisés avant, pendant et après l'ingestion de 75g de glucose sous forme liquide (test de dépistage du diabète de 2 heures réalisé par l'infirmière de recherche;
- ◆ Questionnaire médical administré par l'infirmière ou la coordonnatrice de recherche;
- ◆ Questionnaires alimentaires et psychosociaux ;
- ◆ Poids, taille et circonférence de la taille et des hanches;
- ◆ Comparaison entre votre poids mesuré sur votre balance personnelle vs celle du Centre de recherche.
- ◆ Prise de sang à jeun depuis 12 heures pour mesurer certaines variables du profil de santé.

Un repas vous sera fourni après cette visite, d'une durée approximative de 3 heures.

VISITE #3 (V3)

- ◆ Journal alimentaire à compléter sur trois jours (à compléter à la maison) ;
- ◆ Port du Caltrac ;
- ◆ Tension artérielle et fréquence cardiaque de repos ;
- ◆ Poids, taille et circonférence de la taille et des hanches ;
- ◆ Mesure du coût énergétique et de la fréquence cardiaque au repos et à la marche sur tapis roulant avec électrocardiogramme. Il s'agit d'un test réalisé à une intensité sous-maximale et il est réalisé sous la supervision de la kinésiologue coordonnatrice de recherche.

Veuillez prévoir environ 90 minutes pour cette visite. C'est lors de cette visite que vous connaîtrez le groupe d'intervention auquel vous serez assignée au hasard parmi les quatre groupes d'intervention (tel que mentionné en p.1).

VISITE #4 (V4)

- ◆ Retour du journal alimentaire ;
- ◆ Retour du Caltrac ;
- ◆ Tension artérielle et fréquence cardiaque de repos ;
- ◆ Poids, taille et circonférence de la taille et des hanches ;
- ◆ Tests de capacité physique (test de marche de 6 minutes, montée/descente d'escaliers, équilibre unipodal, force de préhension, tests de force musculaire au niveau des bras, du tronc et des jambes).

Veillez prévoir environ 2 heures pour cette visite.

PENDANT L'INTERVENTION

VISITE #5 (V5)

- ◆ Métabolisme de repos ;
- ◆ Tension artérielle et fréquence cardiaque de repos ;
- ◆ Prise de sang à jeun depuis 12 heures pour mesurer le glucose, l'insuline et les lipides sanguins, ainsi que les autres variables du profil de santé ;
- ◆ Poids, taille et circonférence de la taille et des hanches ;
- ◆ Composition corporelle (% de masse maigre, % de masse grasse) mesurée à l'aide d'un appareil émettant des rayons X de très faible intensité ;
- ◆ Port du Caltrac.

Un repas vous sera fourni après cette visite, d'une durée approximative de 90 minutes.

APRÈS L'INTERVENTION

PÉRIODE DE STABILISATION DU POIDS CORPOREL

Vous devrez prendre part à une autre période de stabilisation du poids d'une durée de 4 semaines, durant laquelle on vous demandera de maintenir un poids stable à ± 1 kg par rapport à celui que vous aviez à la fin de la dernière semaine d'intervention. Dans le cas contraire, un délai vous sera accordé afin de stabiliser votre poids sur une période de 4 semaines. Au cours de cette période, vous aurez à répondre à différents questionnaires concernant l'alimentation qui vous prendront environ 30 minutes à compléter. De plus, à la maison, vous aurez à écrire dans un journal de bord tout ce que vous mangez sur une période de 3 jours.

VISITE #6 (V6)

- ◆ Métabolisme de repos ;
- ◆ Tension artérielle et fréquence cardiaque de repos ;
- ◆ Surcharge orale de glucose. Ce test vise à mesurer votre taux de glucose (sucre) dans le sang par des prélèvements sanguins réalisés avant, pendant et après l'ingestion de 75g de glucose sous forme liquide (test de dépistage du diabète de 2 heures réalisé par l'infirmière de recherche ;
- ◆ Questionnaires alimentaires et psychosociaux ;
- ◆ Prise de sang à jeun depuis 12 heures pour mesurer le glucose, l'insuline et les lipides sanguins, ainsi que d'autres variables du profil de santé ;
- ◆ Poids, taille et circonférence de la taille et des hanches ;
- ◆ Composition corporelle (% de masse maigre, % de masse grasse) mesurée à l'aide d'un appareil émettant des rayons X de très faible intensité.

Un repas vous sera fourni après cette visite, d'une durée approximative de 3 heures.

VISITE #7 (V7)

- ♦ Journal alimentaire à compléter sur trois jours (à compléter à la maison) ;
- ♦ Port du Caltrac ;
- ♦ Tension artérielle et fréquence cardiaque de repos ;
- ♦ Poids, taille et circonférence de la taille et des hanches ;
- ♦ Tests de capacité physique (test de marche de 6 minutes, montée/descente d'escaliers, équilibre unipodal, force de préhension, tests de force musculaire au niveau des bras, du tronc et des jambes).

Veuillez prévoir environ 2 heures pour cette visite.

VISITE #8 (V8)

- ♦ Retour du journal alimentaire ;
- ♦ Retour du Caltrac ;
- ♦ Tension artérielle et fréquence cardiaque de repos ;
- ♦ Poids, taille et circonférence de la taille et des hanches ;
- ♦ Mesure du coût énergétique et de la fréquence cardiaque au repos et à la marche sur tapis roulant avec électrocardiogramme. Il s'agit d'un test réalisé à une intensité sous-maximale et il est réalisé sous la supervision de la kinésiologue coordonnatrice de recherche.

Veuillez prévoir environ 90 minutes pour cette visite.

RISQUES

- Risque de blessures associé à la pratique d'activités physiques pour le groupe à l'exercice (comme dans tous les programmes d'exercices).
- Exposition minime à des rayons X lors du DXA (approximativement 0.03-0.05 millirem), ce qui est moins que le niveau de radiation suite à une radiographie standard (rayon x: 40 millirem) et l'équivalent de 20 minutes d'exposition au soleil.

INCONVÉNIENTS

- Nombre de visites au Centre de recherche sur le vieillissement du CSSS-IUGS pour les tests, les rencontres en nutrition et/ou les entraînements. Ceci implique que vous devrez être disponible pour la durée du projet (au total 24 semaines : 4 semaine d'évaluation au début du projet, 16 semaines d'interventions et 4 semaines d'évaluation à la fin du projet).
- Inconfort associé aux prises de sang et apparition de contusions mineures possibles.
- Possibilité d'avoir certaines difficultés à rencontrer les objectifs de perte de poids et à respecter le programme d'exercices (fréquence des séances).
- Le fait de devoir être à jeun lors de quatre des huit visites d'évaluations (visites 1, 2, 5 et 6)
- Le fait de devoir porter le Catractm (petit appareil semblable à une pagette qui se porte au niveau de la taille) pendant 7 jours consécutifs au début et à la fin de l'étude.
- Le fait de devoir écrire dans un journal alimentaire tout ce que vous mangez sur une période de 3 jours.

AVANTAGES

Il se peut que vous retiriez un bénéfice personnel de votre participation à ce projet de recherche, mais on ne peut vous l'assurer. Par ailleurs, les résultats obtenus contribueront à l'avancement des connaissances dans ce domaine. Cependant, ce projet de recherche vous permettra d'avoir :

- Une évaluation complète du bilan de santé au début et à la fin du protocole (profil de santé et composition corporelle).
- Des informations sur la nutrition, l'activité physique et votre état de santé.
- La possibilité de consulter une nutritionniste sur rendez-vous.

PARTICIPATION VOLONTAIRE ET POSSIBILITÉ DE RETRAIT

Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Vous êtes donc libre de refuser d'y participer. Vous pouvez également vous retirer de ce projet à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raisons, en faisant connaître votre décision aux chercheurs responsables du projet ou à l'un des membres du personnel affecté au projet.

Les chercheurs responsables du projet de recherche, le Comité d'éthique de la recherche sur le vieillissement du CSSS-IUGS ou l'organisme subventionnaire peuvent mettre fin à votre participation, sans votre consentement, si de nouvelles découvertes ou informations indiquent que votre participation au projet n'est plus dans votre intérêt, si vous ne respectez pas les consignes du projet de recherche ou s'il existe des raisons administratives justifiant le fait de devoir abandonner le projet.

Si vous vous retirez ou si vous êtes retirée du projet, l'information déjà obtenue dans le cadre de ce projet sera conservée aussi longtemps que nécessaire pour assurer votre sécurité et aussi celles des autres sujets de recherche et rencontrer les exigences réglementaires.

Toute nouvelle connaissance acquise durant le déroulement du projet qui pourrait affecter votre décision de continuer d'y participer vous sera communiquée sans délai verbalement et par écrit.

CONFIDENTIALITÉ

Durant votre participation à ce projet, les chercheurs responsables ainsi que leur équipe de recherche recueilleront et consigneront dans un dossier de recherche des renseignements qui vous concernent. Seuls ceux qui sont strictement nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques du projet seront recueillis et utilisés à des fins de recherche.

Ces renseignements (données) comprendront les informations suivantes :

- Votre nom, votre adresse, votre sexe et votre date de naissance
- Votre état de santé passé et présent
- Vos habitudes de vie
- Les résultats de tous les tests, examens et procédures que vous aurez à faire durant ce projet

Toutes ces données demeureront strictement confidentielles, dans les limites prévues par la loi. Afin de préserver votre identité et la confidentialité des renseignements recueillis, vous serez identifiée par un numéro de code. La clé du code reliant votre nom à votre dossier de recherche sera conservée exclusivement par les chercheurs responsables.

À la fin du projet de recherche, vos données seront dénominalisées, c'est-à-dire qu'il sera impossible de lier vos données à votre nom, prénom, coordonnées ou date de naissance.

Ainsi, elles pourront :

- Être publiées dans des revues spécialisées
- Faire l'objet de discussions scientifiques
- Servir pour d'autres analyses reliées au projet
- Servir pour l'élaboration de projets de recherche futurs
- Servir pour la formation d'étudiants de 1^{er}, 2^e ou 3^e cycle universitaire (baccalauréat, maîtrise ou doctorat)

Concernant vos renseignements personnels (votre nom et/ou vos coordonnées), ils seront conservés pendant 5 ans après la fin du projet par les chercheurs responsables et seront détruits selon les normes en vigueur au CSSS-IUGS par la suite.

- Cependant, durant cette période, dans l'éventualité où des projets de recherche similaires à celui-ci se réaliseraient, acceptez-vous qu'un membre de l'équipe de recherche prenne contact avec vous

pour vous proposer une nouvelle participation ? Bien sûr, lors de cet appel, vous seriez entièrement libre d'accepter ou de refuser de participer.

Oui ☐ Non ☐

Les personnes suivantes pourront consulter votre dossier de recherche :

- Vous-même, pour vérifier les renseignements recueillis et les faire rectifier au besoin et ce, aussi longtemps que les chercheurs responsables ou le CSSS-IUGS détiennent ces informations. Cependant, afin de préserver l'intégrité scientifique du projet, vous pourriez n'avoir accès à certaines de ces informations qu'une fois votre participation terminée.
- Une personne mandatée par le CÉR sur le vieillissement, le CSSS-IUGS ou par des organismes publics autorisés et ce, à des fins de surveillance et de contrôle. Toutes ces personnes et organismes adhèrent à une politique de confidentialité.

INDEMNISATION EN CAS DE PRÉJUDICE ET DROITS DU SUJET DE RECHERCHE

Si vous deviez subir quelque préjudice que ce soit dû à votre participation au projet de recherche, vous recevrez tous les soins et services requis par votre état de santé, sans frais de votre part.

En acceptant de participer à ce projet, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs responsables du projet ou l'établissement de leur responsabilité civile et professionnelle.

COMPENSATION FINANCIÈRE

La participation au projet de recherche ne prévoit pas de compensation financière.

Cependant :

- Un permis de stationnement permettant d'avoir accès au Centre de recherche sur le vieillissement sera fourni aux participantes du groupe à l'entraînement pour la durée des interventions, soit 16 semaines.
- Le stationnement au Centre de recherche sur le vieillissement sera remboursé pour les participantes du groupe sans exercice pour chacune des rencontres d'information portant sur la nutrition et les bonnes habitudes de vie.
- Le stationnement pour les visites au Centre de recherche sur le vieillissement pour les différents tests du projet (avant et après) sera remboursé.

IDENTIFICATION DES PERSONNES RESSOURCES

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche ou si vous éprouvez un problème que vous croyez relié à votre participation au projet de recherche, vous pouvez communiquer avec l'équipe de recherche aux numéros suivants:

Martin Brochu, Ph.D. (819-780-2220 poste 45326).

Karine Perreault, B.Sc. (819-780-2220, poste 45274)

Martine Fisch, inf. (819-780-2220, poste 45141)

Pour toute question concernant vos droits en tant que sujet participant à ce projet de recherche ou si vous avez des plaintes ou des commentaires à formuler, vous pouvez communiquer avec le Commissaire local aux plaintes et à la qualité des services au numéro suivant : 819-780-2220 poste 40204.

SURVEILLANCE DES ASPECTS ÉTHIQUES DU PROJET DE RECHERCHE

Le Comité d'éthique de la recherche sur le vieillissement du CSSS-IUGS a approuvé ce projet de recherche et en assure le suivi administratif annuel. De plus, il approuvera au préalable toute révision et toute modification apportée au formulaire d'information et de consentement et au protocole de recherche.

AUTORISATION DE TRANSMETTRE LES RÉSULTATS

Si vous acceptez de participer à ce projet, nous devons effectuer certains tests de dépistage. Tout résultat concernant votre état de santé en dehors des limites normales pour votre âge et votre sexe vous sera communiqué par l'entremise d'un médecin de votre choix. Vous pouvez refuser de connaître vos résultats.

- 1) J'autorise le chercheur à informer mon médecin traitant de ma participation à ce projet :
Oui ☐ Non ☐
- 2) J'autorise le chercheur à transmettre à mon médecin traitant les informations pertinentes si ces informations peuvent avoir une utilité clinique :
Oui ☐ Non ☐

Nom et adresse du médecin traitant: _____

- 3) Dans le cas où une ou plusieurs valeurs seraient situées en dehors de ce qui est jugé acceptable ou normal et que vous n'avez pas de médecin traitant, nous transmettrons vos résultats au médecin de l'étude. Ce dernier prendra connaissances de vos résultats et décidera s'il est indiqué ou non d'y faire un suivi.

ÉCHANTILLONS DE SANG POUR L'ÉTUDE EN COURS OU DES RECHERCHES FUTURES

Les échantillons de sang sont codés. Seule l'équipe de recherche détient le lien permettant de relier le sujet au code. Les échantillons seront entreposés dans un congélateur prévu à cet effet au Centre de recherche sur le vieillissement du CSSS-IUGS pendant une période de 5 années et seront détruits par la suite.

Pour l'étude en cours, acceptez-vous que votre échantillon codé soit congelé et conservé pendant 5 années et détruit par la suite sans qu'aucune analyse génétique ne soit faite sur votre échantillon ?

Oui ☐ Non ☐

Pour des recherches futures portant sur l'obésité et/ou les habitudes de vie, acceptez-vous que votre échantillon codé soit congelé et conservé pendant 5 années et détruit par la suite sans qu'aucune analyse génétique ne soit faite sur votre échantillon ?

Oui ☐ Non ☐

ENREGISTREMENTS VIDEOS ET PRISE DE PHOTOGRAPHIES

Il est possible que certaines séances soient enregistrées en format et/ou que des photographies soient prises. Notez qu'il n'est cependant pas nécessaire de consentir à ce volet pour participer au présent projet.

Nous autorisez-vous à utiliser vos photographies ou vos enregistrements à des fins de formation et/ou de présentations scientifiques et à les conserver pour une durée de 5 ans avec vos données de recherche ?

Oui ☐ Non ☐

Désirez-vous que l'on ne puisse pas identifier votre visage sur les photographies ?

Oui ☐ Non ☐

CONSENTEMENT DE LA PARTICIPANTE

J'ai pris connaissance du présent formulaire d'information et de consentement. Je reconnais qu'on m'a expliqué le projet, qu'on a répondu à mes questions et qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre une décision.

Initiales de la participante : _____
Version datée du 6 mai 2011

Je consens à participer à ce projet de recherche aux conditions qui y sont énoncées. Une copie signée et datée du présent formulaire d'information et de consentement me sera remise.

Signature de la participante: _____

Date: _____

DÉCLARATION DE RESPONSABILITÉ DU CHERCHEUR DE L'ÉTUDE

Je certifie qu'on a expliqué à la participante les termes du présent formulaire d'information et de consentement, que l'on a répondu aux questions qu'elle avait à cet égard et qu'on lui a clairement indiqué qu'elle demeure libre de mettre un terme à sa participation, et ce, sans préjudice.

Je m'engage avec l'équipe de recherche à respecter ce qui a été convenu au présent formulaire d'information et de consentement et à en remettre une copie signée au sujet de recherche.

Signature des chercheurs principaux du projet: _____

Martin Brochu

Isabelle Dionne

Date: _____

Déclaration de la personne responsable de l'obtention du consentement, si différente des chercheurs de l'étude

J'ai expliqué à la participante les termes du présent formulaire d'information et de consentement et j'ai répondu aux questions qu'elle m'a posées.

Signature de la personne qui a obtenu le consentement: _____

Date: _____

AUTRE INFORMATION

Le Centre de recherche sur le vieillissement produit, deux fois par année, le journal EnchrÂge qui vise à informer les personnes qui participent ou qui ont déjà participé aux études des chercheurs du Centre de recherche.

Souhaitez-vous recevoir ce journal ?

Oui ☐ Non ☐

PÉRIODISATION DES MESURES

	X	X	X	X	Programme d'intervention de 16 semaines				X	X	X
	Pré-intervention								Post-intervention		
Tests	1	2	3	4	Sem. 5-12		Sem. 13-20		21	22	23
Formulaire de consentement	V1										
Tension artérielle et fréquence cardiaque	V1	V2	V3	V4		V5		V6	V7		V8
Taille, poids et circonférence de la taille et des hanches	V1	V2	V3	V4		V5		V6	V7		V8
Métabolisme de repos		V2				V5					V8
Composition corporelle	V1					V5					V8
Journal alimentaire			V3					V6			
Test de force maximale				V4					V7		

PROJET SOMET POULIE
PROGRAMME DE MUSCULATION #1/2 (1^{re} à la 8^e semaine)

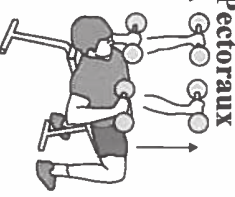
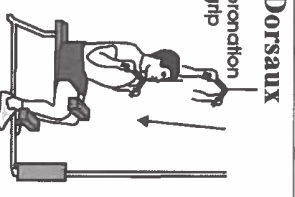
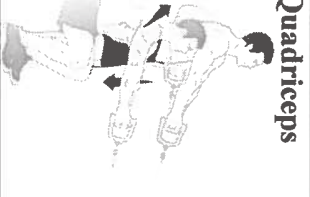
Code du sujet: _____

Date début: _____

Séries: 2

Répétitions: 8-12 RM (haut de corps) 12-15 RM (bas du corps)

Repos: 1-2 minutes entre les séries

Exercices	Conseils	Date									
Tapis ou vélo	<ul style="list-style-type: none"> 6 minutes d'échauffement à intensité légère Tapis (de préférence) ou vélo 	Tapis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Vélo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 Pectoraux	<ul style="list-style-type: none"> Dos bien appuyé, pieds sur un banc (rétroversion du bassin) Les mains en pronation Soulever les poignées attachées aux poulies au-dessus de la poitrine Expiration lors de l'extension des coudes 	Poids									
		Rép									
		Séries									
 Dorsaux <small>pronation grip</small>	<ul style="list-style-type: none"> Dos droit Prise large Tirer la barre jusqu'au niveau de la poitrine Bien contrôler le mouvement Expiration lors de la flexion des coudes 	Poids									
		Rép									
		Séries									
 Quadriceps	<ul style="list-style-type: none"> Dos bien droit avec les pieds largeur des épaules Prendre la barre en pronation et la tenir devant soi Garder une légère flexion des genoux à la position d'arrivée (position haute) Expiration à l'extension des genoux 	Poids									
		Rép									
		Séries									

PROJET SOMET POULIE
PROGRAMME DE MUSCULATION # 2/2 (9^e à la 16^e semaine)

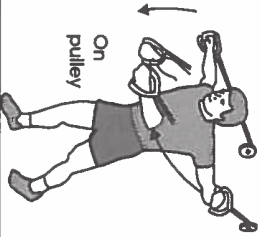
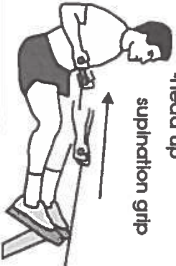
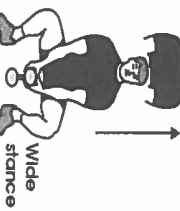
Code du sujet: _____

Date début: _____

Séries: 2

Répétitions: 8-12 RM (haut de corps) 12-15 RM (bas du corps)

Repos: 1-2 minutes entre les séries

Exercices	Conseils	Date											
Tapis ou vélo	<ul style="list-style-type: none"> 6 minutes d'échauffement à intensité légère Tapis (de préférence) ou vélo 	Tapis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Vélo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pectoraux 	<ul style="list-style-type: none"> Dos bien droit, les poulies à la hauteur des épaules Paumes des mains vers le bas Agripper les poignées attachées aux poulies et les ramener devant soi en effectuant un développé debout. 	Poids											
		Rép											
		Séries											
Dorsaux 	<ul style="list-style-type: none"> En position debout, le dos bien droit La poulie à la hauteur du nombril devant soi Prise supination Tirer la barre vers soi jusqu'au bas des muscles pectoraux Bien contrôler le mouvement Expiration lors de la flexion à l'épaule 	Poids											
		Rép											
		Séries											
Quadriceps 	<ul style="list-style-type: none"> Effectuer une flexion à la hanche contrôlée puis remonter en position verticale. Prendre la poignée et la tenir devant soi entre ses jambes Les pieds pointés vers l'extérieur 	Poids											
		Rép											
		Séries											

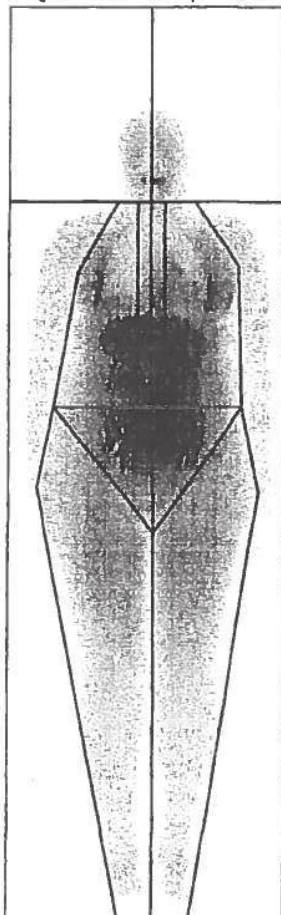
Laboratoire de composition corporelle et métabolisme

CDRV, 1036, rue Belvédère Sud

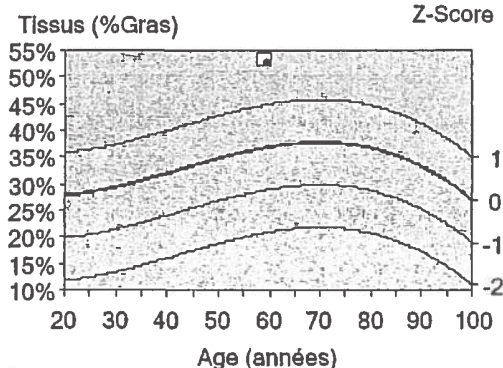
Sherbrooke, QC J1H 4C4, (819) 780-2220 *45207

Patient :	A, C	ID Patient :	
Date de naissance :	59,0 ans	Mesuré :	2015-06-02 09:48:14 (6,70)
Taille / Poids :	63,0 po. (in.) 196,2 lbs (lbs.)	Analysé :	2015-06-02 10:21:57 (6,70)
Sexe / Ethnie :	Femme Blanc		

Quantification Corps Entier tissus



Référence de composition : Total



Région	Tissus (%Gras)	Z-Score ^{2, 3}	Mas Tot (kg)	Gras (g)	Maigre (g)	CMO (g)
Bras	42,5	-	-	2 825	3 817	319
Jambes	55,5	-	-	18 795	15 066	1 066
Tronc	55,5	-	-	22 575	18 119	872
Total	53,2	2,1	87,6	45 177	39 749	2 721

Commentaires :



Données de recherche
Ne pas utiliser à des fins de diagnostic

Image non diagnostique

Imprimé : 2015-06-02 10:22:06 (6,70) 76:0,15:76,92:62,4 0,00:-1,00

4,80x13,00 13,1:%Gras=53,2%

0,00:0,00 0,00:0,00

Nom de fichier : ac_npbkl2b8k.dfb

Mode de balayage : Epals

2 -Population de référence EU, Corps Entier

3 -Ajusté pour l'Age

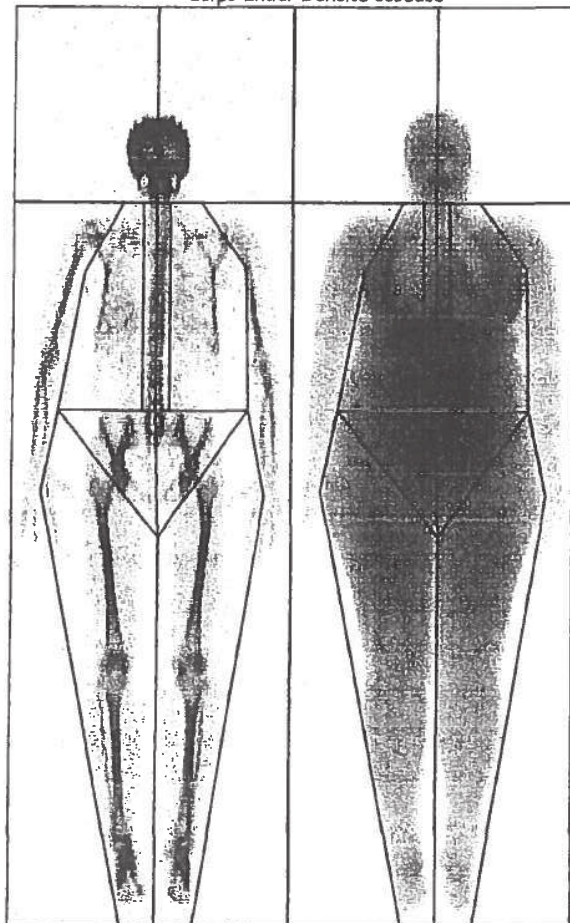
Laboratoire de composition corporelle et métabolisme

CDRV, 1036, rue Belvédère Sud

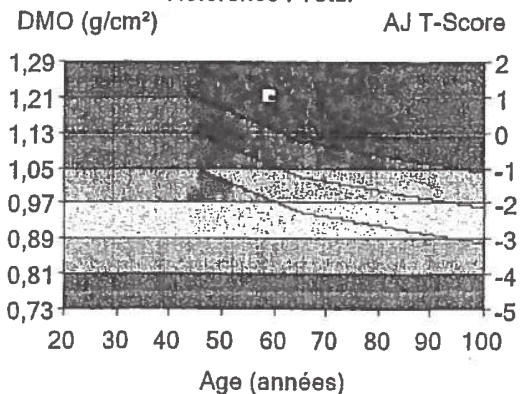
Sherbrooke, QC J1H 4C4, (819) 780-2220 *45207

Patient :	A, C	ID Patient :	
Date de naissance :	59,0 ans		
Taille / Poids :	63,0 po. (in.) 196,2 lbs (lbs.)	Mesuré :	2015-06-02 09:48:14 (6,70)
Sexe / Ethnie :	Femme Blanc	Analysé :	2015-06-02 10:21:57 (6,70)

Corps Entier Densité osseuse



Référence : Total



Région	DMO ¹ (g/cm²)	Adulte-Jeune ² T-Score	Age-Egal ³ Z-Score
Tête	2,308	-	-
Bras	0,930	-	-
Jambes	1,273	-	-
Tronc	1,000	-	-
Côtes	0,689	-	-
Bassin	1,339	-	-
Rachis	1,191	-	-
Total	1,207	1,0	1,9

Commentaires :

Image non diagnostique

Imprimé : 2015-06-02 10:22:03 (6,70) 76:0,15:76,92:62,4 0,00:-1,00
4,80x13,00 13,1: %Gras=53,2%
0,00:0,00 0,00:0,00
Nom de fichier : ac_npbkl2b8k.dfb
Mode de balayage : Epais

1 -Statistiquement, 68% des balayages répétés sont à $\pm 1DS$ ($\pm 0,010$ g/cm² pour Corps Entier Total)

2 -EU, Corps Entier Population de Référence, Age 20-40 ans

3 -Ajusté pour l'Age

Laboratoire de composition corporelle et métabolisme

CDRV, 1036, rue Belvédère Sud
Sherbrooke, QC J1H 4C4, (819) 780-2220 *45207

Patient :	A, C	ID Patient :	
Date de naissance :	59,0 ans		
Taille / Poids :	63,0 po. (In.) 196,2 lbs (lbs.)	Mesuré :	2015-06-02 09:48:14 (6,70)
Sexe / Ethnie :	Femme Blanc	Analysé :	2015-06-02 10:21:57 (6,70)

RÉSULTATS DÉRIVÉS [Corps Entier]

Région	¹ DMO (g/cm ²)	² Adulte-Jeune (%) T-Score		³ Age-Egal (%) Z-Score		DMO (g)	Area (cm ²)
Tête	2,308	-	-	-	-	464	201
Bras	0,930	-	-	-	-	319	343
Jambes	1,273	-	-	-	-	1 066	837
Tronc	1,000	-	-	-	-	872	873
Côtes	0,689	-	-	-	-	280	407
Bassin	1,339	-	-	-	-	339	253
Rachis	1,191	-	-	-	-	254	213
Total	1,207	107	1,0	114	1,9	2 721	2 254

COMPOSITION CORPORELLE

Région	Tissus (%Graisse)	Région (%Graisse)	Tissus (g)	Gras (g)	Maigre (g)	DMO (g)	Masse Totale (kg)
Bras Gauche	42,6	40,5	2 960	1 262	1 698	154	-
Jambe Gauche	55,5	53,8	16 264	9 027	7 237	527	-
Tronc Gauche	55,5	54,3	21 238	11 782	9 456	464	-
Gauche Entier	53,3	51,6	42 405	22 585	19 819	1 382	-
Bras Droit	42,4	40,6	3 682	1 563	2 120	166	-
Jambe Droite	55,5	53,9	17 598	9 768	7 830	538	-
Tronc Droit	55,5	54,3	19 456	10 793	8 663	409	-
Droit Entier	53,1	51,5	42 521	22 592	19 929	1 339	-
Bras	42,5	40,6	6 642	2 825	3 817	319	-
Jambes	55,5	53,8	33 861	18 795	15 066	1 066	-
Tronc	55,5	54,3	40 694	22 575	18 119	872	-
Total	53,2	51,5	84 925	45 177	39 749	2 721	87,6

1 -Statistiquement, 68% des balayages répétés sont à $\pm 1DS$ ($\pm 0,010$ g/cm² pour Corps Entier Total)

2 -EU, Corps Entier Population de Référence, Age 20-40 ans

3 -Ajusté pour l'Age

Nom de fichier: ac_npbk2b8k.dfb

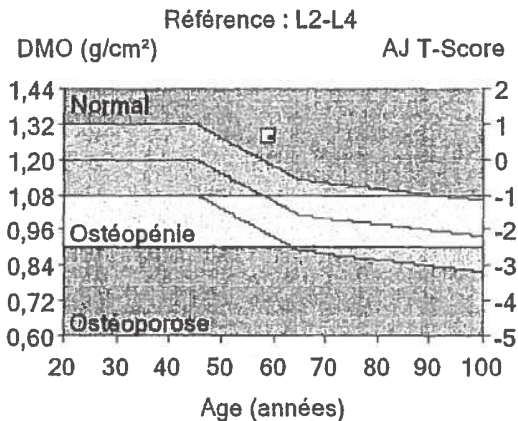
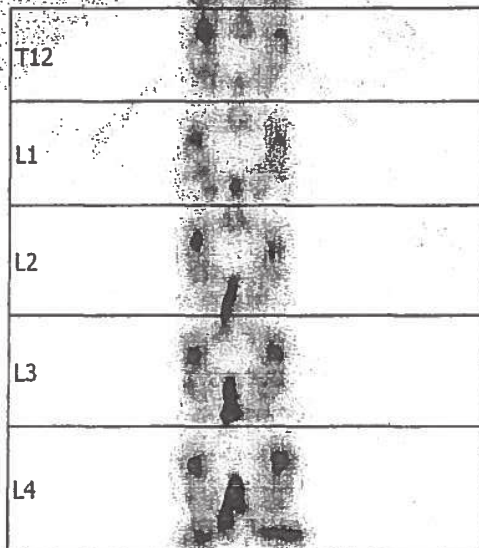
Laboratoire de composition corporelle et métabolisme

CDRV, 1036, rue Belvédère Sud

Sherbrooke, QC J1H 4C4, (819) 780-2220 *45207

Patient :	A, C	ID Patient :	
Date de naissance :	59,0 ans	Mesuré :	2015-06-02 09:50:41 (6,70)
Taille / Poids :	63,0 po. (ln.) 196,2 lbs (lbs.)	Analysé :	2015-06-02 09:50:42 (6,70)
Sexe / Ethnie :	Femme Blanc		

Rachis AP Densité osseuse



Région	DMO ¹ (g/cm²)	Adulte-Jeune ² T-Score	Age-Egal ³ Z-Score
L1	1,084	-0,4	0,7
L2	1,202	0,0	1,1
L3	1,307	0,9	2,0
L4	1,318	1,0	2,1
L1-L2	1,144	-0,1	1,1
L1-L3	1,201	0,3	1,4
L1-L4	1,237	0,5	1,6
L2-L3	1,256	0,5	1,6
L2-L4	1,280	0,7	1,8
L3-L4	1,313	0,9	2,0

Commentaires :

Image non diagnostique

Imprimé : 2015-06-02 09:50:48 (6,70) 76:3,00:22,22:27,0 0,00:10,02
 0,60x1,05 21,0:%%Gras=42,3%
 0,00:0,00 0,00:0,00
 Nom de fichier : ac_npb10ob8k.dfs
 Mode de balayage : Epais

1 - Statistiquement, 68% des balayages répétés sont à $\pm 1\text{DS}$ ($\pm 0,010 \text{ g/cm}^2$ pour Rachis AP L2-L4)

2 - EU, Rachis AP Population de Référence, Age 20-40 ans

3 - Ajusté pour l'Age

11 - OMS - Définition d'ostéoporose et d'ostéopénie pour femmes blanches : Normal = T-Score à ou supérieur à -1,0 SD; Ostéopénie = T-Score entre -1,0 et -2,5 SD; Ostéoporose = T-Score à ou inférieur à -2,5 SD

Laboratoire de composition corporelle et métabolisme

CDRV, 1036, rue Belvédère Sud

Sherbrooke, QC J1H 4C4, (819) 780-2220 *45207

Patient :	A, C	ID Patient :	
Date de naissance :	59,0 ans		
Taille / Poids :	63,0 po. (In.) 196,2 lbs (lbs.)	Mesuré :	2015-06-02 09:50:41 (6,70)
Sexe / Ethnie :	Femme Blanc	Analysé :	2015-06-02 09:50:42 (6,70)

RÉSULTATS DÉRIVÉS [Rachis AP]

Région	DMO ¹	Adulte-Jeune ²		Age-Egal ³		BMC	Area	Width	Height
	(g/cm ²)	(%)	T-Score	(%)	Z-Score				
T12	1,262	-	-	-	-	12,2	9,6	3,4	2,84
L1	1,084	96	-0,4	109	0,7	11,5	10,6	3,4	3,15
L2	1,202	100	0,0	113	1,1	13,1	10,9	3,2	3,36
L3	1,307	109	0,9	122	2,0	15,3	11,7	3,5	3,36
L4	1,318	110	1,0	123	2,1	19,3	14,6	3,9	3,78
L1-L2	1,144	99	-0,1	112	1,1	24,6	21,5	3,3	6,51
L1-L3	1,201	103	0,3	116	1,4	39,9	33,2	3,4	9,87
L1-L4	1,237	105	0,5	118	1,6	59,2	47,9	3,5	13,65
L2-L3	1,256	105	0,5	118	1,6	28,4	22,6	3,4	6,72
L2-L4	1,280	107	0,7	120	1,8	47,7	37,3	3,5	10,50
L3-L4	1,313	109	0,9	123	2,0	34,6	26,4	3,7	7,14

T-Score pour taille vertébrale (L2-L4)

Comparé à adulte-jeune (T-Score):	0,20
Réglé en fonction de la stature (T-Score):	0,62

¹ -Statistiquement, 68% des balayages répétés sont à ± 1 DS ($\pm 0,010$ g/cm² pour Rachis AP L2-L4)

² -EU, Rachis AP Population de Référence, Age 20-40 ans

³ -Ajusté pour l'Age

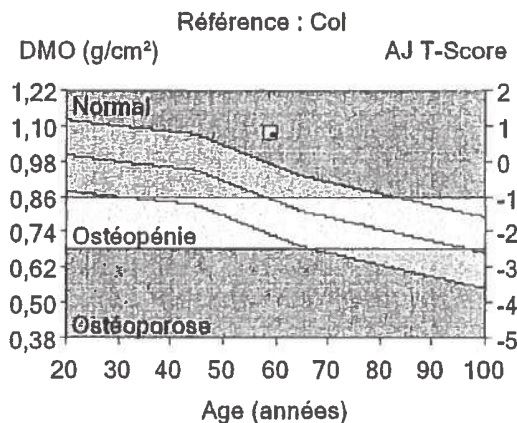
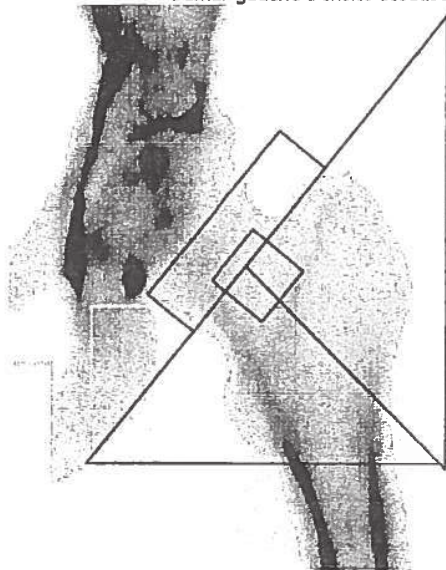
Nom de fichier: ac_npb10ob8k.dfs

Laboratoire de composition corporelle et métabolisme

CDRV, 1036, rue Belvédère Sud
Sherbrooke, QC J1H 4C4, (819) 780-2220 *45207

Patient :	A, C	ID Patient :	
Date de naissance :	59,0 ans		
Taille / Poids :	63,0 po. (in.) 196,2 lbs (lbs.)	Mesuré :	2015-06-02 09:52:15 (6,70)
Sexe / Ethnie :	Femme Blanc	Analysé :	2015-06-02 09:52:15 (6,70)

Fémur gauche Densité osseuse



Région	DMO ¹ (g/cm ²)	Adulte-Jeune ² T-Score	Age-Egal ³ Z-Score
Col	1,076	0,8	1,9
Ward	1,050	1,1	2,6
Troch.	0,988	1,8	2,3
Diaph.	1,399	-	-
Total	1,176	1,5	2,3

Commentaires :

Image non diagnostique

Imprimé : 2015-06-02 09:52:19 (6,70) 76:3,00:50,00:12,0 0,00:12,18
0,60x1,05 16,7:%Gras=36,0%
0,00:0,00 0,00:0,00
Angle du col (degré)= 51
Nom de fichier : ac_npb15jb8k.dff
Mode de balayage : Standard

- 1 -Statistiquement, 68% des balayages répétés sont à ± 1 DS ($\pm 0,014$ g/cm² pour Fémur gauche Col)
- 2 -EU, Fémur Population de Référence, Age 20-40 ans
- 3 -Ajusté pour l'Age
- 11 -OMS - Définition d'ostéoporose et d'ostéopénie pour femmes blanches : Normal = T-Score à ou supérieur à -1,0 SD; Ostéopénie = T-Score entre -1,0 et -2,5 SD; Ostéoporose = T-Score à ou inférieur à -2,5 SD

Laboratoire de composition corporelle et métabolisme

CDRV, 1036, rue Belvédère Sud
Sherbrooke, QC J1H 4C4, (819) 780-2220 *45207

Patient :	A, C	ID Patient :	
Date de naissance :	59,0 ans		
Taille / Poids :	63,0 po. (in.) 196,2 lbs (lbs.)	Mesuré :	2015-06-02 09:52:15 (6,70)
Sexe / Ethnie :	Femme Blanc	Analysé :	2015-06-02 09:52:15 (6,70)

RÉSULTATS DÉRIVÉS [Fémur gauche]

Région	DMO ¹	Adulte-Jeune ²		Age-Egal ³		BMC	Area
	(g/cm ²)	(%)	T-Score	(%)	Z-Score	(g)	(cm ²)
Col	1,076	110	0,8	126	1,9	5,4	5,0
Ward	1,050	115	1,1	148	2,6	2,9	2,8
Troch.	0,988	125	1,8	135	2,3	13,5	13,7
Diaph.	1,399	-	-	-	-	19,4	13,9
Total	1,176	118	1,5	131	2,3	38,3	32,6

1 -Statistiquement, 68% des balayages répétés sont à ± 1 DS ($\pm 0,014$ g/cm² pour Fémur gauche Col)

2 -EU, Fémur Population de Référence, Age 20-40 ans

3 -Ajusté pour l'Age

Nom de fichier: ac_npbl5jb8k.dff